



Uptc
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



**DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA PARA EL SISTEMA AUTOMÁTICO DE
COMUNICACIÓN REGISTRO Y CONTROL DEL HOSPITAL EMORY
INSTALADO POR LA COMPAÑÍA T.I.C.S DE ATLANTA EEUU**

MIGUEL JOHANNY TUTA LEÓN

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
SECCIONAL DUITAMA
2017**

**DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA PARA EL SISTEMA AUTOMÁTICO DE
COMUNICACIÓN REGISTRO Y CONTROL DEL HOSPITAL EMORY
INSTALADO POR LA COMPAÑÍA T.I.C.S DE ATLANTA EEUU**

MIGUEL JOHANNY TUTA LEÓN

**Proyecto presentado en la modalidad de monografía como requisito para
obtener el título de ingeniero electromecánico.**

ING. FERNANDO CONTRERAS GONZÁLEZ
Director del proyecto

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
SECCIONAL DUITAMA
2017**

Nota de aceptación:

Director
Ing. Fernando Contreras González

Firma jurado

Firma jurado

Duitama, 14 de Agosto de 2017

DEDICATORIA

A mis padres Dionisio Tuta y Maria León por haberme brindado ese apoyo y confianza absolutos en cada una de las etapas de mi vida y sobretodo dentro de esta, la cual yo sé les es motivo de gran orgullo, por todos los consejos y enseñanza del valor del trabajo a través de la lucha en la consecución de un sueño.

A mis hermanos Miller, Xiomara y Laura por su respeto y confianza en mí, para que sea muestra y ejemplo para su vida académica. Especialmente dedico este título a mi hermana Marisol quien me ha llevado de la mano siempre y sin descuido, por todo su apoyo incondicional.

MIGUEL JOHANNY TUTA LEÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarme la posibilidad de formarme como una persona íntegra y profesional, por todas las oportunidades que ha brindado a mi vida.

A mis padres por todas las cosas bonitas que me han dado y enseñado.

Al Mr Glenn Kautz y Mrs Katty por haberme permitido el desarrollo de mi proyecto dentro de su compañía, también por su agradable compañía y enseñanza.

Al ingeniero Fernando Contreras González por su apoyo en la dirección de este proyecto.

A los ingenieros Flavio Humberto Fernández Morales, Edgar Efren Tibaduiza, Juan Carlos Castro Galeano y Maria Luisa Pinto Salamanca por la colaboración en el enfoque y desarrollo del proyecto.

Al profesor Miguel Arcangel del departamento de relaciones internacionales la UPTC por su colaboración en los trámites de intercambio.

A Liliana González Camargo por su constante colaboración en la tramitología en los avances del proyecto.

A mis amigos y colaboradores Ariel Burgos, Wilmer Pedraza, Edward Rodríguez, Jerson Perez, Wilson Perez, Wilmer Albarracin, Elver Perez, Jose Vidal Vargas R y Renso Yahir Orozco.

A todos mis amigos, profesores y funcionarios de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

MIGUEL JOHANNY TUTA LEÓN

CONTENIDO

pág.

1	NORMATIVIDAD	15
1.1	NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION:	15
1.1.1	NFPA 70: National Electrical Code (NEC)	15
1.1.2	NFPA 1: Fire code	16
1.1.3	NFPA 76: Standard for the fire protection of telecommunications facilities	16
1.1.4	NFPA 99-1996: Health care facilities	16
1.1.5	NFPA 115: Standard for laser fire protection	16
1.1.6	NFPA 1221: Standard for the installation, maintenance, and use of emergency services communications systems	16
1.2	IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)	17
1.2.1	IEEE 602 – 1996	17
1.2.2	IEEE 802.3 (series)	17
1.3	IEEE802.3af and 802.3at	17
1.3.1	Power Over Ethernet	17
1.4	IEC 60601	17
1.5	IEC 60065	18
1.6	HIPAA: Ley de Responsabilidad y Portabilidad del Seguro de Salud	18
1.6.1	Protección y manejo confidencial de la información sobre salud	18
1.7	OSHA: Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970	19
1.8	The Joint Commission	19
1.9	NORMAS NEMA:	20
1.10	UL	20
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	21
2.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO	21
2.1.1	Hospital Emory: Eastside Medical Center	21

2.2	RECONOCIMIENTO DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN ACTUAL.....	22
2.3	REQUERIMIENTOS DEL NUEVO SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	22
2.3.1	Ventajas del nuevo sistema.....	23
3	METODOLOGIA DE DISEÑO	25
3.1	OBSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	25
3.2	IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS DE DISEÑO	26
3.2.1	Detalles físicos de la edificación	26
3.2.2	Medidas físicas de la edificación	26
3.3	REQUERIMIENTOS	26
3.4	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS A USAR	26
3.5	CARACTERÍSTICAS DE DISPOSITIVOS	29
3.5.1	Power Over Ethernet (POE).....	29
3.6	DISPOSITIVO DE GRABACION (NVR)	33
3.6.1	NUUO versión 2.0.0	33
3.7	SELECCIÓN DE CÁMARAS	34
3.7.1	Cámara fija tipo cañón	35
3.7.2	360 External camera	35
3.7.3	Dome camera.....	36
3.7.4	Dome camera 360.....	37
3.8	SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y LLAMADO A ENFERMERÍA	38
3.8.1	Acceso con tarjeta.....	39
3.8.2	Acceso con botón.....	39
3.8.3	Acceso por huella dactilar y cámara.....	40
3.8.4	Panel de control de Acceso	41
3.8.5	Barrera mecánica para acceso a vehículos	42
3.8.6	Acceso a través de entradas principales.....	42
3.8.7	Dispositivo de llamado a enfermería (Nurse Cord)	44
3.8.8	Anuncio lumínico de requerimiento a enfermería	45
3.8.9	Panel de control de llamado a enfermería.....	45

3.9	SISTEMA DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO, FUNCIONAL Y CONTRA INCENDIOS.....	46
3.9.1	Detector de co2 e incremento rápido de temperatura	46
3.9.2	Detector de humos	47
3.9.3	Detección de gases.....	48
3.9.4	Detector de humedad relativa	49
3.9.5	Sensor de oxigeno	50
3.9.6	Sensor termo lumínico	51
3.9.7	Sensor de vacío	52
3.9.8	Medición de temperatura de sistemas motores.....	53
3.10	Sistema de computadoras y teléfonos	54
3.10.1	Teléfonos.....	57
4	UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS	58
4.1	UBICACIÓN DE CÁMARAS	58
4.2	UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE ACCESO Y LLAMADO A ENFERMERÍA.....	58
4.3	UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO FUNCIONAL Y CONTRA INCENDIOS	59
4.4	UBICACIÓN DE COMPUTADORES Y TELÉFONOS	59
4.5	DIBUJO DE PLANOS	59
5	DISEÑO DE LA RED DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.....	60
5.1	CONSIDERACIONES ACERCA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN	60
5.2	SISTEMA ELÉCTRICO DE RESPALDO	61
5.2.1	Fuentes de alimentación ininterrumpida (UPS).....	61
5.2.2	Selección del sistema (UPS).....	62
5.2.3	Fuente de alimentación (PSU)	63
5.2.4	Tiempo de respaldo energético	63
5.3	CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES DEL SISTEMA UPS.....	65
5.3.1	Calculo del derrateo por altura	67
5.3.2	Protección contra sobretensiones (TBS).....	68

5.3.3	Conmutador de transferencia automática (ATS)	71
5.3.4	Bloque de terminales.....	71
5.4	DISEÑO ELECTRICO	71
5.4.1	Potencia total	72
5.4.2	Diagrama unifilar	73
5.4.3	Selección de interruptores.....	74
5.4.4	Coordinación de protecciones.....	75
5.4.5	Cálculo de canalizaciones y conductores.....	77
6	CONCLUSIONES.....	80
7	BIBLIOGRAFIA	81

LISTA DE TABLAS

pág.

TABLA 1 DISTRIBUCIÓN DE DISPOSITIVOS Y SUBSISTEMAS	27
TABLA 2 POTENCIAS POE Y PSE.....	30
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIA POE	32
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS DISPOSITIVO (NRV)	34
TABLA 5 COMPARACIÓN CÁMARAS FIJAS	35
TABLA 6 COMPARACIÓN CÁMARA ZOOM ROTATIVO (PTZ)	36
TABLA 7 COMPARACIÓN CÁMARA FIJA "DOME"	36
TABLA 8 COMPARACIÓN CÁMARA ROTATIVA "DOME"	37
TABLA 9 ESPECIFICACIONES LECTOR DE TARJETA	39
TABLA 10 CARACTERÍSTICAS PULSADOR TIPO BOTÓN.....	40
TABLA 11 ESPECIFICACIONES LECTOR DE HUELLA Y TARJETA	41
TABLA 12 ESPECIFICACIONES PUERTA GIRATORIA	43
TABLA 13 ESPECIFICACIÓN ACTUADOR UNIVERSAL.....	43
TABLA 14 ESPECIFICACIONES PULSADOR "NURSE CORD"	44
TABLA 15 ESPECIFICACIÓN LÁMPARA "NURSE LAMP"	45
TABLA 16 PANEL DE CONTROL DE LLAMADO A ENFERMERÍA.	46
TABLA 17 SMOKE AND HEAT DETECTOR SPECIFICATIONS	47
TABLA 18 DETECTOR DE HUMO "CO SENSOR"	48
TABLA 19 DETECTOR DE GAS COMBUSTIBLE	48
TABLA 20 CARACTERÍSTICAS DETECTOR DE HUMEDAD RELATIVA.....	49
TABLA 21 SENSOR DE PRESIÓN DE OXIGENO	50
TABLA 22 THERMOLUMINIC SENSOR SPECIFICATIONS	51
TABLA 23 ESPECIFICACIONES SENSOR DE PRESIÓN DE VACÍO	52
TABLA 24 CARACTERÍSTICAS DE SENSOR DE CUERPO CALIENTE	53
TABLA 25 CARACTERÍSTICAS DE COMPUTADORES	55
TABLA 26 ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMPUTADORES.....	56
TABLA 27 ESPECIFICACIONES DE MONITORES	56
TABLA 28 CONSUMO DE POTENCIA TELEFONOS	57
TABLA 29 BACKUP TIME BY 9355 EATON UPS.....	64
TABLA 30 UPS EATON 9355 CHARACTERISTICS.....	66
TABLA 31 FACTOR DE DERRATEO	68
TABLA 32 TOTAL POWER COMSUMPTION	72
TABLA 33 CORRIENTES DE DISEÑO	77

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN	21
FIGURA 2. METODOLOGÍA DE DISEÑO	25
FIGURA 3. COUPLED SURGE VOLTAGES ON SIGNAL LINES IN A SEWAGE WORKS	70
FIGURA 4. SURGE PROTECTION IN THE FIELD AND THE CONTROL CENTER	70
FIGURA 5. DIAGRAMA UNIFILAR	74
FIGURA 6. SELECTIVIDAD ENTRE PROTECCIONES	76
FIGURA 7. TIPO DE CANALETAS Y DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES.....	79

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO A. Hoja de datos sistema de monitoreo y vigilancia
 - A1 Conmutador inyector de voltaje POE.
 - A2 Dispositivo de grabación (NVR) NUUO.
 - A3 Cámara fija exterior (Bullet) Bosch
 - A4 Cámara rotativa exterior (PTZ) Honeywell
 - A5 Cámara fija interior (Dome) AXIS
 - A6 Cámara rotativa interior (Dome) AXIS
- ANEXO B. Hojas de datos sistema de acceso y control de ingreso
 - B1 lector de tarjeta Nortech
 - B2 Dispositivo acceso por pulsador Nortech
 - B3 Biométrico huella Anviz
 - B4 Modulo de control de acceso
 - B5 Acceso a parqueadero SEA
 - B6 Puerta giratoria Tourlock
 - B7 Actuador universal
 - B8 Botón de llamada a enfermería
 - B9 Lámpara de anuncio a enfermería
 - B10 Modulo llamada a enfermería
- ANEXO C. Hoja de datos sistema contra incendios y ambiente
 - C1 Detector antincendios. System Sensor
 - C2 Detector de humos. Detcon
 - C3 Detector de gas combustible. Detcon
 - C4 Detector de humedad. Papouch
 - C5 Detector de nivel de oxigeno Air-Check

- C6 Detector de termoluminiscencia. Jhonsons control
- C7 Detector presión de vacío. Setra
- C8 Sensor de cuerpo caliente. Termocupla
- ANEXO D. Hoja de datos sistema computadoras y teléfonos
 - D1 VS-41H Conmutador de video. KRAMER
 - D2 Teléfono tecnología de comunicación IP CISCO
 - D3 Pantalla para computadora 22er 21.5-inch Display HP
- ANEXO E. Hojas de datos. Conmutadores de transferencia y UPS.
 - E1 Conmutador de transferencia. EATON ATC-300.
 - E2 Interruptor de circuito PC-GFCI. Carling Technologies.
 - E3 Batería interna UPS Eaton 9355.
 - E4 Eaton PXGX UPS Card-Quick Start.
 - E5 Eaton_9355_Tie_Cabinet_10-15_kVA-Installation_Guide.383 (1)
 - E6 Eaton 9355, UPS-Brochure9355FXA.
 - E7 PLS03FYA_0611owerware Hot Sync.
 - E8 UPS CONTROL Eaton PXGX UPS Card-Quick Start (1).
 - E9 Informe del cálculo de la instalación
 - E10 Diagrama unifilar.
- ANEXO F. Planos eléctricos.
 - F1 Plano de convenciones.
 - F2 Plano sistema control de acceso y llamado a enfermería.
 - F3 Plano sistema de monitoreo y vigilancia.
 - F4 Plano centros de control.
 - F5 Plano sistema de computadores y teléfonos.
 - F6 Plano sistema de control electromecánico y funcional.

RESUMEN

Este documento presenta el diseño de la red eléctrica para el sistema automático de comunicación registro y control del el hospital Emory de Atlanta EEUU, el cual parte del requerimiento de la edificación de poseer un sistema de comunicaciones que comprende cuatro subsistemas: llamado a enfermería, computadores, telefonos, vigilancia, electromecánico funcional y contraincendios para el hospital, teniendo así el requerimiento del sistema de comunicación registro y control para el desarrollo del proyecto surge la necesidad puntual del diseño de una red eléctrica que alimente el sistema.

Se indica la normatividad eléctrica del estado de Georgia, de los Estados Unidos además de normas internacionales concernientes al tema, dentro de la teoría se incluyen aspectos importantes en instalaciones eléctricas para centros de salud, relevando los detalles del por qué de cada uno de los aspectos a tener en cuenta según propuestas y desarrollos eléctricos recientes. El desarrollo del proyecto comienza con el conocimiento de la estructura civil de la edificación a la cuál se toman y reconocen medidas de superficie y longitudes que son determinadas en sitio, de este modo se determina ubicación, características funcionales, forma de comunicación de dispositivos y control presentes en el sistema.

Determinados los hallazgos se procede al diseño en software de dibujo AUTOCAD la red que alimenta los dispositivos electrónicos de comunicación y control. Por último se determina la potencia consumida por el sistema, su modo de consecución, conexión y respaldo en caso de falla obteniendo de este modo los parámetros del diseño de la red eléctrica y con esto los factores determinantes para desarrollo del proyecto con lo cual se encuentra que la red que satisface las necesidades eléctricas del sistema de comunicación registro y control de la edificación.

Palabras clave: Comunicaciones, control, automático, instalación, eléctrico.

INTRODUCCIÓN

Con la invención de nuevas tecnologías en el campo de la ingeniería, las compañías e industrias requieren estar a la vanguardia tecnológica, por tanto, el personal profesional debe poseer la competencia de desempeño en este ambiente de una manera eficaz. Debido a esto, se hace necesario que el profesional cuente con la versatilidad de desempeño en otros campos cercanos a su formación y de esta forma tener mejores posibilidades de incursión en el mercado laboral y con esto encaminar a futuros profesionales a posibilidades internacionales de aplicación de conocimiento.

La compañía T.I.C.S. (*Total Inovative Communication Solutions*) ubicada en Atlanta estado de Georgia (EEUU), tiene como misión la realización de montajes en redes de comunicación monitoreo y seguridad para edificaciones residenciales, industriales, hospitalarias, entre otras.

En la actualidad y a medida del transcurso del trabajo en instalaciones de comunicación, surgen necesidades de tipo electromecánico especialmente en locaciones antiguas. Por eso, T.I.C.S. brinda la oportunidad a la escuela de Ingeniería Electromecánica de proponer un diseño eléctrico que soporte las necesidades del sistema de comunicación requerido por el antiguo hospital Emory, ubicado en la ciudad de Snellville, GA (EEUU), la cual debe tener características especiales debida a las condiciones que las normas técnicas establecen para entornos hospitalarios. En particular este diseño pretende enlazar las comunicaciones y el control en la forma de alimentación dado el avance tecnológico en sistemas de manejo de información.

En capítulo 1 se reconoce y muestra la normatividad usada en el proyecto. El capítulo 2 contempla la descripción del proyecto. En el capítulo 3 se enuncia la metodología de diseño. En el capítulo 4 se determina la ubicación de los dispositivos y su función dentro del sistema. En el capítulo 5 diseña la red de alimentación eléctrica. En el capítulo 6 exponen las conclusiones del trabajo. En el capítulo 7 se enuncia la bibliografía consultada para el desarrollo del presente proyecto.

1 NORMATIVIDAD

Con el fin de asegurar y preservar la vida e integridad de las personas, animales y medio ambiente las entidades y organismos encargados de vigilar y supervisar el desarrollo de proyectos que involucren los anteriores se hace obligatorio el cumplimiento de normas y reglamentos dentro de la elaboración de la instalación eléctrica, comunicaciones y también aplicadas a fabricantes de dispositivos.

La normatividad contemplada y descrita a continuación ha sido usada dentro del desarrollo del diseño de la red eléctrica, comunicaciones y control en el hospital Emory según se requiere y se usa dentro de los Estados Unidos de Norteamérica.

1.1 NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION:

Es la entidad encargada de legislar y estandarizar las instalaciones eléctricas en el estado de Georgia y USA; la cual desarrolla y publica más de 300 códigos de consenso y normas destinadas a mitigar la muerte, lesiones, daños en propiedades y pérdidas económicas, ocasionadas por incendios eléctricos, y demás riesgos relacionados.

Los códigos y normas de la NFPA, son administrados por más de 250 comités técnicos que comprende cerca de 9.000 puestos de miembro del comité de voluntarios, se adoptan y se utilizan en todo el mundo”.¹

Para objeto del presente proyecto se tienen en cuenta cada una de las normas NFPA de las cuales se da su descripción, las demás se enuncian a manera de dar conocimiento de su existencia pero que para objeto este son de menor importancia.

1.1.1 NFPA 70: National Electrical Code (NEC)

Adoptado en los 50 estados de EEUU, el NEC es el punto de referencia para el diseño de seguridad eléctrica, la instalación y la inspección para proteger a las personas y bienes de los peligros eléctricos.

El NEC se refiere a la instalación de conductores eléctricos, equipos y pistas de rodadura; señalización y comunicaciones conductores, equipos y conductos eléctricos, cables de fibra óptica y pistas de rodadura en ocupaciones comerciales, residenciales e industriales.

¹ NFPA (National Fire Protection association) Standard for Electrical Safety in the Workplace. 2017 edition. USA. NFPA organization 2017. 5p.

1.1.2 NFPA 1: Fire code

NFPA 1, Código de Incendios y seguridad de vida, así como protección de la propiedad al proporcionar un enfoque global e integrado a la regulación del código de incendios y gestión de riesgos. Se dirige a todas las bases con extractos y referencias a más de 130 códigos y estándares NFPA® incluyendo puntos de referencia de la industria tales como NFPA 101, NFPA 54, NFPA 58, NFPA 30, NFPA 13, NFPA 25 y NFPA 72.²

1.1.3 NFPA 76: Standard for the fire protection of telecommunications facilities

Norma para la protección contra incendios de instalaciones de telecomunicaciones

1.1.4 NFPA 99-1996: Health care facilities

Práctica recomendada para los sistemas eléctricos en los centros de salud.

1.1.5 NFPA 115: Standard for laser fire protection

Esta norma proporciona requisitos mínimos de protección contra incendios para el diseño, fabricación, instalación y uso del láser y el equipo asociado. También contiene criterios para la capacitación y la respuesta a las emergencias de incendios que involucran láseres.

Los capítulos cubren la clasificación de los láseres, la evaluación del potencial de ignición rayo láser, rayo láser encendido, los requisitos de seguridad contra incendios para equipos láser, gases inflamables, gases reactivos, líquidos inflamables utilizados en sistemas de láser, operaciones y administración, y la preparación para emergencias.

1.1.6 NFPA 1221: Standard for the installation, maintenance, and use of emergency services communications systems

Norma para la instalación, mantenimiento y uso de los servicios de emergencia de sistemas de comunicaciones, esta norma debe cubrir la instalación, funcionamiento, operación y mantenimiento de los sistemas de servicios públicos de emergencia y medios de comunicación.³

² NFPA (National Fire Protection association) NFPA 1: Fire Code. 2015 edition. USA. NFPA organization 2015. 10p.

³ NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation, Maintenance, and Use of Emergency Services Communications Systems. NFPA 1221.EEUU. 2016.

NOTA: Esta norma no deberá utilizarse como un manual de especificaciones de diseño o un manual de instrucciones.

1.2 IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)

Es la organización técnica profesional más grande del mundo, dedicada al avance tecnológico para el beneficio de la humanidad.

1.2.1 IEEE 602 – 1996

Práctica recomendada para instalaciones eléctricas en instituciones de salud. Es esta norma nos centramos en el capítulo siete: Sistemas de comunicación, página 271.

1.2.2 IEEE 802.3 (series)

Local area network Ethernet standard, including IEEE **802.3z** Gigabit Ethernet Standard.

1.3 IEEE802.3AF AND 802.3AT

1.3.1 Power Over Ethernet

Power over Ethernet (PoE) ha facilitado enormemente el despliegue de muchos dispositivos habilitados para tecnología de transmisión de datos (IP) permitiendo que el mismo cable que entregue datos y energía a la vez. Con PoE los dispositivos como las cámaras de seguridad, teléfonos y dispositivos de control son alimentados y controlados a través de un solo cable, reduciendo el costo de instalación.

El despliegue de PoE comenzó con soluciones propietarias, pero con la introducción de IEEE 802.3af en 2003. La normalización se llevó al mercado PoE, sin embargo, las aplicaciones 802.3af están limitadas en la cantidad de energía que pueden consumir. El recientemente introducido IEEE 802.3at-2009, también conocido como PoE Plus, casi cuadruplica la potencia disponible a 51 vatios, ampliando enormemente el rango de aplicaciones potenciales.

1.4 IEC 60601

Es una serie de normas técnicas para la seguridad y la eficacia de los equipos médicos eléctricos. La norma principal que rige el diseño de dispositivos médicos es la norma IEC 60601-1 (equipos electro médicos).

1.5 IEC 60065

Requerimientos de seguridad para instalación de dispositivos de audio-video o similares.

1.6 HIPAA: LEY DE RESPONSABILIDAD Y PORTABILIDAD DEL SEGURO DE SALUD

HIPAA es el acrónimo de la Ley de Portabilidad del Seguro de Salud y que fue aprobada por el Congreso en 1996.⁴

HIPAA hace lo siguiente:

- Proporciona la capacidad de transferir y continuar con la cobertura de seguro de salud para millones de trabajadores estadounidenses y sus familias cuando cambian o pierden sus puestos de trabajo.
- Reduce el fraude de atención médica y el abuso.
- Mandatos de normalización de toda la industria de la información médica sobre la facturación electrónica y otros procesos.
- Requiere la protección y el manejo confidencial de la información de salud protegida.

1.6.1 Protección y manejo confidencial de la información sobre salud

Las regulaciones de privacidad de HIPAA requieren que los proveedores de atención médica y organizaciones, así como a sus socios de negocios, desarrollar y seguir los procedimientos que garanticen la confidencialidad y seguridad de la información de salud protegida (PHI) cuando es transferido, recibido, manipulado, o compartido. Esto se aplica a todas las formas de PHI, incluyendo papel, oral y electrónica, etc. Además, sólo la información mínima necesaria para la salud hacer negocios se va a utilizar o compartido.

DHCS⁵ tiene una oficina de privacidad que supervisa el cumplimiento de todas las leyes de privacidad estatales y federales, incluyendo HIPAA.

⁴ Health Insurance Portability and Accountability. 2016. About HIPAA.com. Recuperado de: <https://www.hipaa.com/about/>.

⁵ Department of Health Care Services. 2016. Laws and Regulations. Recuperado de: http://www.dhcs.ca.gov/formsandpubs/laws/Pages/LawsandRegulations.aspx?utm_source=Resources&utm_medium=SideBar&utm_campaign=Laws

1.7 OSHA: LEY DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL DE 1970

(Ley OSHA) se aprobó para evitar que los empleados resultaran muertos o gravemente lesionados en el trabajo. Mediante esta ley se creó la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), que establece y hace cumplir las normas protectoras de la seguridad y la salud en el lugar de trabajo. OSHA también brinda información, capacitación y asistencia a los empleadores y los empleados. Conforme a la Ley OSHA, los empleadores tienen la responsabilidad de proporcionar un lugar de trabajo seguro.

Estas normas limitan la cantidad de sustancias químicas peligrosas a las que se puede exponer a los empleados, exigen el uso de ciertas prácticas y equipos seguros y exigen a los empleadores controlar ciertos peligros en el lugar de trabajo.

Algunos ejemplos de normas de OSHA son los requisitos de proveer protección contra caídas, prevenir la exposición a algunas enfermedades infecciosas, garantizar la seguridad de los empleados que ingresen a espacios restringidos, prevenir la exposición a tales sustancias químicas nocivas como el asbesto y el plomo, colocar guardas de seguridad en las máquinas, proporcionar respiradores u otros equipos de seguridad y proveer capacitación para ciertos trabajos peligrosos. Los empleadores también deben cumplir con la cláusula de obligaciones generales de la ley OSHA. Esta cláusula exige que los empleadores mantengan sus lugares de trabajo libres de peligros graves reconocidos y es citada generalmente cuando ninguna norma específica de OSHA aplica al peligro en cuestión.

1.8 THE JOINT COMMISSION

Fundada en 1951, The Joint Commission busca mejorar continuamente la atención de salud para el público, en colaboración con otras partes interesadas, mediante la evaluación de las organizaciones de atención sanitaria e inspirarles para sobresalir en la prestación de una atención segura y eficaz de la más alta calidad y valor.

La Joint Commission evalúa y acredita a más de 21.000 organizaciones y programas de atención de salud en los Estados Unidos sin fines de lucro independiente, The Joint Commission es la más antigua y más grande de establecimiento de normas de la nación y el organismo de acreditación en el cuidado de la salud. Para ganar y mantener el Sello de Oro de la *Comisión Conjunta de Aprobación*⁶, una organización debe someterse a una encuesta sobre el terreno por

⁶ The Joint Commission. 2016. about Our Standards. Recuperado de: https://www.jointcommission.org/standards_information/standards.aspx.

un equipo de estudio de la Comisión Conjunta al menos cada tres años. (Laboratorios deberán ser exploradas cada dos años.)

1.9 NORMAS NEMA:

Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos define un producto, proceso o procedimiento con referencia a uno o más de los siguientes: (Nomenclatura, composición, construcción, dimensiones, tolerancias, seguridad, características de funcionamiento, actuación, calificaciones, pruebas y el servicio para el que está diseñado)

Las normas NEMA desempeñan un papel fundamental en el diseño, producción y distribución de los productos destinados tanto el comercio nacional e internacional. Son unas de las normas técnicas que benefician al usuario, así como al fabricante, mediante la mejora de la seguridad, dando lugar a economías en el producto, eliminando los malos entendidos entre fabricante y comprador, y ayudar al comprador en la selección y obtención del producto adecuado para su necesidad particular.

1.10 UL

Como empresa global con más de 120 años de experiencia, UL trabaja con clientes y partes interesadas para ayudarles a navegar por la complejidad del mercado. UL aporta claridad y potencia la confianza para apoyar el diseño responsable, la producción, la comercialización y la compra de productos, soluciones e innovaciones de hoy y de mañana. UL conecta a las personas a productos, servicios, experiencias y entornos más seguros, más seguros y más sostenibles, permitiendo elecciones más inteligentes y mejores vidas.⁷

Con el uso de las normas anteriores se pretende preservar la vida y mejorar su calidad, recordando que detrás de cada norma existe una razón ética que puede hacer ver de manera rápida porque es importante cumplir las reglas.

⁷ UL. 2016. About UL, our mission. Recuperated of: <http://www.ul.com/>.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con base en la normatividad establecida en el ámbito del diseño eléctrico y telecomunicaciones en centros de salud, se propone realizar el diseño de la red eléctrica para el sistema automático de comunicación, registro y control del hospital EMORY ubicado en la ciudad de Snellville, GA (EEUU).

2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El hospital EMORY se encuentra en la ciudad de SNELLVILLE, en el condado de Gwinnett, estado de Georgia, Estados Unidos. Con una población de 18.242 habitantes, cuenta con una extensión territorial de 25,1 km². Ubicado a una altura de 323.70 m.s.n.m.

2.1.1 Hospital Emory: Eastside Medical Center

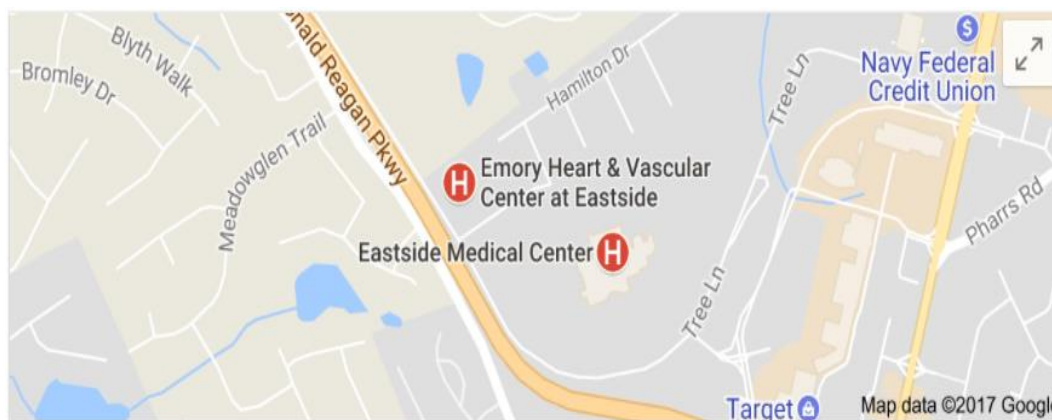
Centro Hospitalario de medicina general y centro quirúrgico, ubicado en 2160 Fountain dr Snellville, GA.

Se encuentra ubicado en las coordenadas.

N 33°52'38.0"

W 84°01'18.5"

FIGURA 1. Mapa de ubicación



FUENTE: Map data ©2017 Google

El presente proyecto se enfoca en el diseño de la red eléctrica que alimentará el sistema de comunicaciones, registro y control del hospital Emory.

2.2 RECONOCIMIENTO DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN ACTUAL

El hospital Emory cuenta con una red de comunicación instalada desde 1995 que ofrece servicio de comunicación telefónica conectada a una red LAN (*Local Área Network*), propia del hospital, posee un sistema de acceso biométrico, tecleo de clave numérica, tarjeta de proximidad y cordón de llamado a enfermera ubicado en pared en todas las salas de hospitalización. Así como, un sistema de monitoreo y vigilancia video-audio de forma permanente.

2.3 REQUERIMIENTOS DEL NUEVO SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Con base en lo detallado mediante la inspección al hospital Emory, la propuesta de los entes encargados del proyecto se generan las indicaciones de los requisitos a tener en cuenta para la elaboración de lo que sería el *DISEÑO DE LA RED ELECTRICA PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN REGISTRO Y CONTROL DE LA ENTIDAD DE SALUD*, dado esto de manera primordial y sin mencionar aquí apartes del proyecto como lo serian (calidad, marca, tecnología, principios de funcionamiento y otros) de los dispositivos a instalar así mismo como los medios, procedimientos y formas de instalación que serán de dominio único de quien ejecutará de manera permanente dicha instalación.

En particular para esta edificación se requiere:

- Monitoreo de vigilancia externo e interno (según aplique la norma), mediante video.
- Red de internet filial.
- Control de acceso en entradas y salidas (autos y peatones)
- Restricción de acceso a computadoras y sistema.
- Controles de humedad, temperatura, luminosidad olores en cada sala especializada.
- Protección contra incendios e invasión de gases tóxicos.
- Control de temperatura en salas dedicadas (comunicaciones, mecánica y eléctrica)

2.3.1 Ventajas del nuevo sistema.

Para el hospital la vigilancia por vídeo es una herramienta eficaz no sólo para incrementar la seguridad, sino también para controlar los costos. Las cámaras de vigilancia pueden trabajar para proteger a los empleados del hospital y los pacientes de las brechas de inseguridad, y proporcionar evidencia visual valiosa que se puede utilizar para aumentar la productividad y evitar las demandas fraudulentas. Por otro lado el control de medios y accesos nos ofrecen las siguientes ventajas conjuntas:

- *Aumentar la seguridad global y la seguridad* - Cámaras de seguridad colocados a lo largo de un hospital ayuda a prevenir crímenes y robos y también permitirá a los operadores observar en los pacientes con problemas además monitorear a los visitantes no autorizados en áreas restringidas.
- *Mejorar la productividad de los trabajadores* - La presencia de cámaras de vigilancia en los locales puede mejorar la comunicación entre los departamentos del hospital o edificios, lo que permite mayor productividad.
- *Prevenir las demandas fraudulentas* - En los casos en que los pacientes o visitantes falsamente dan fe de lesionarse con la propiedad del hospital, la evidencia visual de las cámaras de seguridad de la instalación puede desmentir tales afirmaciones, escatimando así al hospital de las reclamaciones de seguros injustificadas.
- *Resolver los conflictos de los empleados* - Las disputas entre empleados se resuelven fácilmente cuando clara prueba visual está disponible. Las cámaras de vigilancia pueden arrojar luz sobre incidentes en cuestión.
- *Monitoreo continuo en tiempo real* – La vigilancia IP permite a los empleados del hospital autorizado para supervisar las áreas críticas de forma continua, en tiempo real, desde sus ordenadores personales.
- *Almacenamiento digital* - Los hospitales que decidan instalar sistemas de video vigilancia basados en IP pueden tomar ventaja de los beneficios del almacenamiento digital. Los sistemas IP permiten al usuario almacenar material grabado en formato digital en servidores de red, discos duros o NVR, donde el video de vigilancia es fácilmente accesible a los usuarios autorizados, y ofrece una mayor capacidad de búsqueda.
- *La evidencia visual de las investigaciones* - Las cámaras de vigilancia puede proporcionar evidencia visual de gran valor para la investigación de las

actividades delictivas y otros eventos puntuales que han tenido lugar dentro o alrededor de los centros de salud.

- *Ayudan a prevenir Secuestro Infantil* – Al realizar un seguimiento de los niños, dándoles una muñeca o el tobillo del brazalete con un emisor de radio incorporado que emite una alerta.
- *Detectar intrusiones y problemas ambientales* - Ayuda a gestionar el riesgo relacionado con la entrada no autorizada, incendio, inundación y robo.
- *Acceso con tarjeta inteligente* – La tecnología de tarjetas inteligentes es ideal para establecimientos de salud con numerosos edificios. En lugar de tarjetas o tarjetas de identificación que normalmente serían necesarios para realizar múltiples funciones, una tarjeta puede ser expedida para el personal y los contratistas.
- *Alertas de emergencia* - Los sensores de detección de incendios y monóxido de carbono pueden comunicarse con la estación central de personal y de seguridad para ayudar a salvar vidas y bienes. Además, botones de pánico pueden convocar rápidamente a las autoridades competentes para la seguridad de los pacientes, el personal y los visitantes locales de mejora.
- *Salvaguardar zonas sensibles* – Los sistemas de gestión de la entrada pueden ayudar a proteger la privacidad del paciente mediante la restricción de acceso a las áreas que contienen los registros médicos y la información sensible a asegurarse según disposiciones legales como HIPAA.

3 METODOLOGIA DE DISEÑO

Para determinar las características de dispositivos, accesorios y conexión para la red eléctrica que alimenta el sistema de comunicación registro y control se siguen el lineamiento mostrado en el diagrama de flujo de la figura 1

Figura 2. Metodología de diseño



Fuente: el autor

3.1 OBSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Se realiza inspección ocular de la edificación con acompañamiento de personal técnico de la compañía T.I.C.S. con el fin de localizar entradas principales y organización y distribución de la construcción civil.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS DE DISEÑO

Se efectúa una identificación de parámetros relevantes para el diseño del sistema de comunicación de registro y control donde se tienen en cuenta medidas y detalles físicos de la construcción.

3.2.1 Detalles físicos de la edificación

Construcción en una sola planta con servicio de parqueadero subterráneo, una sola entrada principal, entrada trasera para servicio de urgencias y tres salidas de emergencia, quince habitaciones, tres salas de cirugía especializada, un laboratorio, dormitorio médico y dos estaciones de enfermería, cafetería y dos salas de espera.

La edificación tiene paredes color blanco con pisos de color gris y negro, piso tosco en laboratorio y baños, imágenes de señalización, ruta de evacuación y habitaciones marcadas.

La estructura civil de la edificación se encuentra construida a partir bastidores armables, paredes y techos montados sobre estructura con espaciamiento entre paredes de 15 cm y 40 cm de cielorraso, debidamente aislados de humedad ruido.

3.2.2 Medidas físicas de la edificación

El hospital cuenta con un área construida de 1700 m^2 sin contar aceras laterales, altura de 2.25 m de espacio a lo largo de la edificación.

3.3 REQUERIMIENTOS

Los requerimientos particulares de función son: monitoreo y vigilancia remota, registro de personal de ingreso y salida, control (electromecánico, funcional, contraincendios y requerimiento enfermería) y cómputo y telefonía.

3.4 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS A USAR

La selección de dispositivos se determina mediante los requerimientos de función y características particulares de cada uno, entorno de uso y cantidad requerida expuestos en la tabla N° 1.

Tabla 1 Distribución de dispositivos y subsistemas

Subsistema	Dispositivo	Requerimientos	uso	#
Monitoreo y vigilancia	Cámara fija exterior	720 p, HD día/noche visualización 30 m noche, uso exteriores protección IP66, zoom/enfoque automático, ajuste tres ejes	Vértices exteriores y entradas principales	11
	Cámara externa rotativa	1080 p, sensor de persona, 30x zoom óptico, rotación continua 360°, resistente al agua IP67, 150 m LR alcance, HR 10 m	Exteriores laterales	8
	Cámara fija interior	130° horizontal, 73° grados vertical, día/noche, zoom fijo, apertura de foco 95°	Pasillos y entradas	25
	Cámara rotativa interior	Barrido continuo 360°, grabación de audio, 30x zoom óptico, 12x zoom digital, 65.6°-2° horizontal, vertical 39°-1.2° foco automático 5m min HD	Intersecciones de pasillos	19
	Conmutador PoE	Comunicación unificada, tecnología IP, alimentación PoE 48 puertos, PoE IEEE 802.3af, compatibilidad IPv6	Centro de control de cámaras	2
	Dispositivo de grabación	Soporte de dos canales de audio de cámara, salida digital en tiempo real, tecnología IP, salida de video HDMI VGA, dos puertos RJ45, compatibilidad 90 marcas. Operación remota, compatible IOS Y android	Centro de control de cámaras	2
Control de acceso y llamado a enfermería	Lector de tarjeta	Tiempo de reconocimiento: 0.5s, tecnología de transmission de datos IP, indicador led, y sonido de apertura.	Entradas con grado uno de identificación	11
	Botón pulsador de ingreso	Rango y tiempo de detección ajustable, carcaza en acero, distancia de operación (3 – 20 cm)	Entradas sin grado de identificación	13
	Lector dactilar	Resistente al agua (IP65), carcaza metálica (IK10), lector de tarjeta y huella, comunicación IP, sensor óptico 500 dpi	Entradas con grado uno de identificación	17
	Panel de control de acceso	Compatibilidad con cableado IEEE 802.1X, administración IPv4/IPv6, CPU Intel Xenon 2.40 GHz (6 nucleos), 16 GB (2 X 8GB), disco duro 600-GB 6Gb SAS 10K RPM	Centro de control de acceso	2

Subsistema	Dispositivo	Requerimientos	uso	#
	Sensor de barrera de parqueadero	Grados de apertura: 100°, longitud de la barrera: 16 pies, peso: 100 libras	Entrada y salida vehicular	2
	Puerta giratoria	Diámetro: 6' 9", Apertura de garganta: 4' 3-3/4", altura de instalación: 7'	Entrada y salida principales	2
	Actuadores doble efecto de apertura	Serial Interfaz de conexión (RS-232/485), no requiere software, 9600 bits/s, actuador electrónico multi-posición	Puertas y ventanas	100
	Botón de llamado a enfermería	Resistente al agua, resistencia a la tensión, tecnología de comunicación IP, cubierta en látex	Habitaciones de hospitalización y sala de urgencias	15
	Lámpara de anuncio a enfermería	Colores distintivos, brillantes, montaje sobre superficie, tres bombillas con intensidad diferente.	Corredores y estación de enfermería	6
	Módulo de llamado a enfermería	Indicador LED, características inherentes para (nurse call 4006), sistema de cableado IP y fibra óptica.	Centro de control de llamado a enfermería	2
Electromecánico y funcional	Detector de humo y calor	Detector (CO) y fuego, señal audible doble canal, tecnología de detección electro química	Habitaciones y espacios confinados	27
	Detector de humo	Detector (CO) y fuego, señal audible doble canal, tecnología de detección electro química	Habitaciones y espacios confinados	65
	Detector de gas	Detección de gas combustible en el aire sobre rango de 0 – 100% bajo límite de explosividad. Indicador de estado con LEDs.	Habitaciones y espacios confinados	26
	Detector de humedad relativa	Tecnología de comunicación IP, rango de medida de humedad relativa 0 – 100%, rango de media a temperatura -40 - 125°	Habitaciones, cuartos de control y centros especializados	32
	Sensor de oxígeno	Dos relés de alarma para 19.5% y 18.0%, capacidad de detección: 10 pies, alcance de baja temperatura de operación: -40°	Habitaciones	15
	Sensor de vacío	Medida precisa a bajos niveles de presión de vacío, respuesta rápida, insensible a cambios de ambiente, alta capacidad de sobrepresiones	Habitaciones	15

Subsistema	Dispositivo	Requerimientos	uso	#
	Sensor de temperatura	Alta precisión en medida de temperatura de cuerpos calientes, montaje en modulo y versatilidad de intercambio de sensor	Elementos motores y bombas	14
Computadores y teléfonos	computadores	Capacidad memoria de disco 600 GB, memoria RAM 16 GB, Intel 6 núcleos	Centro de comunicación	36
	Pantalla de computador y periféricos	Pantalla para computador de 21.5 HP, tecnología LED.	Habitaciones, estación de enfermería, salas especializadas	36
	Teléfonos	Teléfono tecnología IP con pantalla táctil 5.6" 7975G, teclado, bocina y altavoces, transmisión de voz y datos (mensaje de texto)	Habitaciones, estación de enfermería, salas especializadas	36

Fuente: autor

3.5 CARACTERÍSTICAS DE DISPOSITIVOS

Para esta sección se amplía la explicación acerca de las características de los dispositivos usados, debido a que se hace necesario la aclaración de parámetros eléctricos y tecnología de trabajo a tener en cuenta para determinación de magnitudes de trabajo del sistema.

3.5.1 Power Over Ethernet (POE)

Aplicando esta tecnología a la red LANs Ethernet cableadas (redes de área local) permite que la corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento de cada dispositivo sea transportada por los cables de datos en lugar de por los cables de alimentación. Al hacerlo, se minimiza el número de cables que se deben encadenar para instalar la red. El resultado es un menor costo, menos tiempo de inactividad, un mantenimiento más fácil y una mayor flexibilidad de instalación que con el cableado tradicional.

¿Cómo funciona POE?

Los cables de red, como Cat 5e y Cat 6, comprenden ocho cables dispuestos en forma de cuatro pares trenzados. En Ethernet 10 y 100BASE-T, dos de estos pares se utilizan para enviar información, y éstos se conocen como los pares de datos. Los otros dos pares no se utilizan y se conocen como las parejas de repuesto (Gigabit Ethernet utiliza los cuatro pares). Debido a que las corrientes eléctricas fluyen en un bucle, se requiere que dos conductores entreguen energía sobre un

cable. POE trata a cada par como un solo conductor, y puede utilizar los dos pares de datos o las dos parejas de repuesto para llevar corriente eléctrica.

Power over Ethernet se inyecta en el cable a una tensión entre 44 y 57 voltios de CC, y típicamente se utilizan 48 voltios. Este voltaje relativamente alto permite una transferencia de energía eficiente a lo largo del cable, mientras que sigue siendo lo suficientemente bajo como para ser considerado como seguro. Este voltaje es seguro para los usuarios, pero todavía puede dañar el equipo que no ha sido diseñado para recibir POE. Por lo tanto, antes de que un conmutador POE o midspan (conocido como PSE, para equipos de suministro de energía) pueda activar la alimentación de una cámara IP conectada u otro equipo (conocido como PD, para dispositivo alimentado), debe realizar un proceso de detección de firma.

La detección de la firma utiliza un voltaje más bajo para detectar una característica firma de PDs IEEE-compatibles (una resistencia 25kOhm). Una vez que esta firma se ha detectado, el PSE sabe que los voltajes más altos se pueden aplicar con seguridad.

La clasificación sigue la etapa de detección de la firma, y es un proceso opcional. Si un PD muestra una firma de clasificación, permite al PSE saber cuánta potencia necesita para funcionar, como una de las tres clases de potencia. Esto significa que las PSE con un presupuesto de energía total limitado pueden asignarlo de manera efectiva. Las clases de potencia POE están contenidas en la tabla N° 2:

Tabla 2 Potencias POE y PSE

POE Power Class	1	2	3
PSE Power available	4.0 W	7.0 W	15.4 W
Max device power	3.84 W	6.49 W	12.95 W

Fuente: Veracity Inovative solutions

Las diferencias entre la potencia suministrada por el PSE y la potencia recibida por la cuenta PD para la energía que se pierde como calor en el cable. Si un PD no muestra una firma, es clase 0 y debe asignarse el máximo de 12,95 watts.

El equipo POE Plus tiene una clase de potencia de 4. Si una fuente regular de POE 802.3af detecta esta clase, simplemente habilitará la energía como si fuera un dispositivo de clase 0. Sin embargo, un PSE 802.3at no sólo reconocerá el PD como un dispositivo POE Plus, sino que también repetirá la etapa de clasificación, como una señal al PD que está conectada a una fuente de alimentación con potencia POE Plus disponible. (En teoría, el PD también debe poder solicitar la potencia adicional mediante la comunicación a través del enlace de red). Los POE Plus PSE pueden suministrar hasta 30 vatios y la potencia del dispositivo disponible es de 25.5 vatios.

La etapa final después de la detección y clasificación de un dispositivo recién conectado es para habilitar la alimentación: la fuente de 48 V está conectada al cable por el PSE para que el PD pueda funcionar. Una vez habilitado, el PSE sigue monitoreando la cantidad de corriente eléctrica que está suministrando a la PD y cortará la energía al cable si se extrae demasiada potencia o no. Esto protege el PSE contra sobrecarga y asegura que el POE esté desconectado del cable si el PD está desconectado.

3.5.1.1 Selección de dispositivo POE

Con asesoría del personal técnico de la compañía TICS y gracias a su experiencia en el uso de diferentes marcas en componentes electrónicos como switches POE tomamos como punto de referencia las especificaciones dadas por los dispositivos de la marca registrada cisco, especificados dentro de la tabla N° 3.

Los switches Cisco de la serie 300 están diseñados con una variedad de funciones de ahorro de energía en todos los modelos. Por eso representan el portafolio más amplio del sector de switches ecológicos. Estos switches optimizan el consumo de energía para proteger el medio ambiente y reducir los costos de energía, sin afectar el rendimiento. Son compatibles con el estándar Ethernet con eficacia energética (IEEE 802.3az), lo que reduce el consumo de energía mediante supervisión de la cantidad de tráfico en un enlace activo y cambio a enlace inactivo durante los tiempos de inactividad.

Las características más redundantes y mayor atención que debido a la necesidad y requerimientos del diseño son las siguientes:

- Apagado de alimentación automático en los puertos cuando un enlace está inactivo.
- Inteligencia integrada para ajustar la intensidad de la señal según la longitud del cable.

- Diseño sin ventilador en la mayoría de los modelos, que reduce el consumo de energía, aumenta la confiabilidad y brinda un funcionamiento más silencioso.

Tabla 3 Características de potencia PoE

Switches serie 300 con alimentación a través de Ethernet			
MODELO	ENERGIA DEDICADA A POE	CANTIDAD DE PUERTOS COMPATIBLES CON POE	COMPATIBILIDAD CON ESTANDAR POE
SF 300-24P	180 W	24	802.3af
SF300-24MP	375 W	24	802.3at
SF300-24PP	180 W	24	802.3at
SF300-48P	375 W	48	802.3af
SF300-48PP	375 W	48	802.3at
SF302-08P	62 W	8	802.3af
SF302-08PP	62 W	8	802.3at
SF302-08MP	124 W	8	802.3af
SF302-08MPP	124 W	8	802.3at
SG300-10P	62 W	8	802.3af
SG300-10PP	62 W	8	802.3at
SG300-10MP	124 W	8	802.3at
SG300-10MPP	124 W	8	802.3at
SG300-28P	180 W	24	802.3af
SG300-28PP	180 W	24	802.3af
SG300-28MP	375 W	24	802.3at
SG300-52P	375 W	48	802.3at
SG300-52MP	740 W	48	802.3at

Fuente: Cisco 300 Series Managed Switches Quick Start Guide (Spanish)

Se elige el conmutador SG 300-52MP debido a la versatilidad en comunicación, fácil modo de conexión, respaldo y garantía de la marca como también el número de puertos disponibles por switch. Las características de potencia corriente y voltaje también como medios de compatibilidad se ajustan a los requerimientos del sistema.

Las características eléctricas y electrónicas del dispositivo como su modo y catálogo de instalación y demás información relevantes se encuentran contenidas en el anexo [A1] (Conmutador inyector de voltaje POE). Cuenta con 50 puertos con conectividad Gigabit Ethernet, 48 de los cuales pueden alimentar dispositivos compatibles con PoE +. Estos 48 puertos pueden utilizar un único cable Ethernet para proporcionar datos, voz y vídeo a un dispositivo VoIP o IP conectado, además

de alimentar el dispositivo si es compatible con PoE o PoE +. Un presupuesto de Power over Ethernet máximo de 740 vatios permite que el conmutador encienda muchos más dispositivos a la vez que un conmutador PoE estándar. El conmutador también cuenta con dos ranuras de expansión de mini gigabit interfaz (mini-GBIC).

Los datos y especificaciones en detalle, imagen del dispositivo, modo de conexión y procedimientos de instalación se encuentran en el anexo [A1]

3.6 DISPOSITIVO DE GRABACION (NVR)

La vigilancia por video de cuarta generación ofrece beneficios y ventajas adicionales sobre las generaciones anteriores. Expande y amplía la capacidad de las pasarelas de vigilancia por video (encoders y decodificadores mejorados) y el NVR, que permite reemplazar el conmutador de matriz por plataformas de conmutación Ethernet estándar y normalmente de menor costo.

Cuando se usan PCs para monitorear y revisar video, algunos NVRs ofrecen funciones similares a las del conmutador de matriz, permitiendo que el conmutador de matriz sea eliminado. La conmutación es proporcionada por la infraestructura de red con la gestión de flujo de vídeo proporcionada por el NVR. Sin el conmutador de matriz, los codificadores pueden centralizarse en configuraciones de puerto múltiple para soportar esquemas de cableado en casa o situarse más cerca de la cámara. Al situar el codificador más cerca de la cámara, el codificador puede utilizar la infraestructura de cableado de red IP omnipresente, reduciendo aún más el costo de las infraestructuras de cableado redundantes.

Los codificadores de vigilancia de vídeo son dispositivos independientes que pueden utilizarse para convertir fuentes de vídeo analógicas en formatos digitales para que puedan integrarse en un sistema de video vigilancia en red basado en IP.

3.6.1 NUUO versión 2.0.0

NUUO consola principal proporciona una integración perfecta entre los tipos de cámaras más antiguas y más recientes. Consola principal también es flexible. Elegimos entre software, opción de tarjeta de captura o software, tarjeta de captura, máquinas híbridas certificadas para asegurar un rendimiento óptimo. La opción de configuración es ilimitada.

A continuación se presentan características específicas del dispositivo consiguiendo así el equilibrio potencial entre dispositivos dentro de la tabla N° 4.

Tabla 4 Características dispositivo (NRV)

Característica	Detalle	
LAN	2 X Gigabit Port RJ45	
Voltage	DC 12V 4A	AC-100Vrv240V 3.5Arvl.SA, 60-50Hz
Power Consumption	Full loading: 20W Max: 48W	Full loading: 80W Max: 100W
Temperature (Operating with HDD)	0°C - 40°C	
Humidity (Operating)	5% - 95%	

Fuente: NUUO Version 2.0.0 release date_2014.03 Data sheet

El dispositivo de grabación se elige según criterios técnicos y rating de calificación según otros clientes en los estados unidos, también debido a la versatilidad en comunicación con otros protocolos de deferentes marcas en el mercado además de su capacidad de expansión en memoria. Los apartes en características del dispositivo como velocidad de alcance en grabación y almacenamiento no se tienen en cuenta debido a que es parte de otro proyecto que está a cargo de compañías dedicadas a este campo.

Por otro lado se tiene en cuenta características contenidas en el anexo [A2] que contiene las características del dispositivo contenidas en un cuadro, la configuración del sistema y su modo de conexión, manual de operación, compatibilidad con el sistema y dispositivos adicionales.

3.7 SELECCIÓN DE CÁMARAS

Las características en detalle que se tienen en cuenta para la distinción de las cámaras son:

- Distancia de alcance rayo infrarrojo
- Consumo de energía
- Resolución de imagen
- Angulo horizontal observación
- Modo de conexión
- Tecnología de transmisión

A continuación se hace uso de cuadros comparativos con las características ya mencionadas de manera que se justifica el uso del dispositivo.

3.7.1 Cámara fija tipo cañón

Son los tipos de cámara fija utilizados en exteriores, su uso es debido a sus propiedades de medio ambiente y a su bajo consumo, su comparación se efectúa en la tabla N° 5.

Tabla 5 Comparación cámaras fijas

Camera	IR distance	Power Consumption	Resolution	Angle of view	Brand
1080p TDN IR Bullet Camera	131 ft	5.5 W max 7.5 W max	1080 p 20/30 fps	88°	Honeywell
DINION IP bullet camera	98 ft	12 W PoE	720 p	100°	Bosch
AXIS P1405-LE Mk II Network Camera	33 ft	11 W max	1080 p 25/30 fps	93°	Axis
4.0 Mega Pixel Varifocal Lens IR Bullet Camera	100 ft	7 W max	1080 p 30 fps	88°	Bolide

Fuente: Autor

El modelo dentro de la clasificación “bullet camera” con mejores características de acabado superficial y excelentes propiedades de resistencia al agua, la humedad y rayos UV ideal para trabajo en exteriores, complementado con su eficiencia en el consumo es la **Dinion ip bullet 4000 hd** con una potencia de 12 W cada una. Para el diseño se usan 11 (once) de estas cámaras dando un consumo total de 132 W.

Las características principales y funciones se encuentran contenidas en el anexo [A3]⁸ que además contempla detalles de seguridad y protección (IP 66), capacidad de trabajo, certificaciones, normatividad consecuente, características fijas, dimensiones y detalles de forma, contiene también planos esquemáticos y de instalación y software.

3.7.2 360 External camera

Este tipo de cámaras son aquellas de movimiento rotativo constante para la vigilancia de espacios que alcanza amplios y diferentes ángulos de visión, el ángulo de alcance también regulable como otros aspectos de enfoque y zoom automáticos dentro de las funciones de la cámara.

⁸ BOSH; Security Systems, Inc.130 Perryton Parkway Fairport, New York, 14450.USA.May 2015. Data Product.

Las características a tener en cuenta y sobre las que se hace énfasis para este tipo de cámara se muestran dentro de la tabla N° 6:

Tabla 6 Comparación cámara zoom rotativo (PTZ)

Camera	IR Distance	Power Consumption	Resolution	Angle of View	Brand
Outdoor PTZ IR Ultra Low Light IP cameras	492ft	38W	1080p	61.2°	Honeywell
Camera AutoDome HD PTZ Serie 800	Non Specified	55W	1080p 30 30fps	55.4°	Bosh
AXIS Q6045-C Mk II PTZ Network Camera	Non Specified	75W	1080p	62.8°-2.23°	Axis
PTZ with 30x Optical Zoom &x Digital Zoom	390 ft	40W	2048x1536/ 30fps	70.5	Bolide

Fuente: Autor

La marca y modelo seleccionados son **Honeywell outdoor PTZ IR Ultra** con un consumo por dispositivo de 38 W para el diseño se emplean 8 (ocho) unidades la potencia total es de 304 W.

3.7.3 Dome camera

Este tipo de cámara se emplea en interiores y se usa en posición fija para objetivos puntuales en espacios como cuartos cerrados y donde el punto concentrado al enfoque se encuentra dentro de un área regular. En esta clase se tienen los modelos siguientes según tabla N° 7:

Tabla 7 Comparación cámara fija “dome”

Camera	IR distance	Power Consumption	Resolution	Angle of view	Brand
H3D1F	Non Specified	5 W	720 p	87.9°	Honeywell
FLEXIDOME IP indoor 5000	50 ft	6 W max	1080 p	117°	Bosch
AXIS M3106-LVE Network Camera	50 ft	9.3 W max	2688x1520	130°	Axis

Camera	IR distance	Power Consumption	Resolution	Angle of view	Brand
Dome Camera 4MP IP66 & IK5	60 ft	5 W max	2688(H)x1520(V)	Non Specified	Bolide

Fuente: Autor

Este tipo y modelo consume 9.3W por cámara y al ser utilizadas 25(veinticinco) unidades en el diseño resulta en un consumo de 232.5 W.

Las características fijas y de funciones, sus planos de dimensiones se encuentran contenidas en el anexo [A4]⁹, que contiene también las especificaciones eléctricas mecánicas, medio ambiente y compatibilidad con sistemas y otros dispositivos.

3.7.4 Dome camera 360

Estos dispositivos son empleados en interiores y poseen un barrido constante de 360 grados o ciclos programables. Para este caso hacemos la comparación en la tabla N° 8:

Tabla 8 Comparación cámara rotativa “dome”

Camera	IR Distance	Power Consumption	Resolution	Angle	Brand
HDZ SERIES-SD IP PTZ DOMES	N/A	21 W	480.000 (NTSC)	Non Specified	Honeywell
AUTODOME Junior HD PTZ	N/A	17 W	1080 p	50.6°	Bosch
AXIS P5635-E Mk II PTZ Dome Network Camera	N/A	21 W	1080 p	65.6°	Axis
PTZ IP Megapixel with zoom 22x and IP66	N/A	30 W	1926 x 1080 30 fps	55°-29°	Bolide

Fuente: Autor

Para el caso se selecciona el modelo **Axis P5635- E** cuyo consumo es de 21 W con una cantidad de 19 (diecinueve) unidades dentro del diseño que suman un consumo total de 399 W.

⁹ HONEYWELL; Fixed Dome Camera, 2700 Blankenbaker, parkway, 150 Louisville, Ky 40299: Feb 2015. Data sheet.

Teniendo así la configuración de las cámaras y obteniendo la suma algebraica de las potencias consumidas por cada subconjunto se da una potencia resultante de 1067.5W a los cuales aplicamos un factor de seguridad de del 25% a una potencia corregida de 1334.375 W.

Las características para el modelo (Axis M3106-LVE Network camera) las comprende en su totalidad el anexo [A5] que contiene sus características eléctricas, configuración de trabajo y garantía.

3.8 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y LLAMADO A ENFERMERÍA

Se mezclan en este aparte dos sistemas denominados “Access control” y “Nurse requeriment” como un solo sistema aunque operados por aparte, se tiene concepción de cada uno por separado debido a que sus modos de comunicación y panel son diferentes.

Se utiliza este sistema para acceder a cada uno de los cuartos, servicios, computadoras como a informaciones resguardadas por niveles de seguridad que son ponderados por el administrador del sistema. Debido a lo anterior se dictan tres niveles de protección con base al nivel de idoneidad de operadores y/o personal calificado que serán manejados de la siguiente manera:

Nivel 1: Acceso a persona, automotor, objetor rodantes que viajan a través de entradas a parqueadero, ascensor, farmacia, baños y pasillos sin restricción, controlados por sensores de movimiento.

Nivel 2: Acceso a persona únicamente con dos niveles de autenticación que son presencia y/o clave numérica y/o tarjeta. Este nivel será instalado en salas de hospitalización, cirugía especializada, archivo impreso, mecánico, eléctrico calefacción, aire acondicionado y gabinetes de computadoras en salas dedicadas.

Nivel 3: Acceso a persona con tres niveles de autenticación que son presencia a través de lector biométrico, detección de rostro a través de cámara y/o clave alfanumérica. Este nivel permitirá el acceso a cuartos de comunicación, información confidencial en archivo digital, gabinetes de computadoras en salas de cirugía especializada y rayos X.

Cabe señalar que exige la norma dispositivos de detección y control de sustancias alucinógenas, estupefacientes, pero no es objeto de presente diseño incluirlos ya que esta es dirigida y mantenida por entidades del estado.

3.8.1 Acceso con tarjeta

La relación entre una tarjeta y el lector puede verse como análogo para la sintonización de la radio de AM a frecuencia de una estación de radio para obtener la mejor recepción posible. La tarjeta y el lector están diseñados para funcionar a una frecuencia ideal para facilitar la mejor gama de lectura posible.

Mientras que la mayoría de las tarjetas es dispositivos pasivos, cuando la energía del lector "despierta" la tarjeta, transmite datos hacia el lector. Como un dispositivo pasivo, es fundamental que estos datos se transfieren eficientemente. Si el lector y la tarjeta son frecuencia, la tarjeta debe acercarse al lector para la comunicación.

Utilizamos la tecnología de acceso con tarjeta para el nivel 1 con tecnología de comunicación IP 11(once) lectores de tarjeta, con base a la experiencia en instalación también recomendaciones por parte del personal técnico se elige la marca nortech® para el diseño donde los datos técnicos se muestran en la tabla N° 9 y el anexo [B1]¹⁰ que muestra su descripción, diseño como y parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencia), otras características operacionales, conectividad y medio ambiente, por ultimo muestra una tabla de compatibilidad, modo de trabajo y tiempo de respuesta.

Tabla 9 Especificaciones lector de tarjeta

Característica	Especificación
Supply Voltage	5VDC to 16VDC
Current Reqmt	250 mA maximun
Dimensions (mm)	90X90X18 (HxWxD)
Material	ABS polycarbonate
Rating	IP65- Suitable for outdoor and indoor use

Fuente: Nortech, DS0602-04.Data product- WP1 Wall Switch Style Reader Series.

3.8.2 Acceso con botón

El uso de un pulsador de tipo botón como switch inteligente dará ventajas al sistema de control de acceso que no son posibles de lograr con un trinquete o chapa mecánica debido a que no se posee información acerca de flujo de personal y tampoco se puede generar registro de entradas y salidas. Las ventajas que brinda la utilización de un botón de entrada son:

¹⁰ NORTECH; Control Systems Ltd,D50602, Nortehc house, William Brown Close, Llantarnam Park, Wm bran,NP44 3AB,UK.

- Conteo de personas
- Fácil operación.
- Incluyente a personas con discapacidades motrices
- Señalización en lenguaje braile
- Bloqueo de forma remota

Las instrucciones y características para el modelo AMS-EBIR3-R6 se encuentran contenidos en el anexo [B2] y en la tabla N° 10, Además del instructivo de montaje del panel, dimensiones externas, pernos de sujeción, planos de conexión eléctrica y configuración.

Tabla 10 Características pulsador tipo botón

Característica	Especificación
Operating environment temperature	-10°C to 70°C
Operating distance:	3 to 20cm (adjustable)
Latch time:	0.8 to 30 secs (adjustable)
Input Voltage:	12 to 20 Vdc
Max. current:	30 mA (when activated) / 23mA(Quiescent) @ 12 Vdc
Contact Rating:	1A @ 30 Vdc(max)
Available contacts:	Normally Open & Normally Closed
Life:	IR Sensor>100,000 hrs / Relay> 1000,000 hrs
Case:	Stainless Steel
Panel size:	Standard (UK) 86x86mm
Required panel depth:	15mm

Fuente: Nortech, AMS-EBIR3-RG- Proximity Exit Button Installation Instructions.

3.8.3 Acceso por huella dactilar y cámara

M5 de ANVIZ es un dispositivo de control de acceso compacto que está diseñado para adaptarse a la mayoría de los marcos de las puertas. Cubierta de metal, con diseño impermeable IP65, lo hace conveniente para aplicaciones de interior o al aire libre. M5 soporta tarjetas de proximidad de 125 kHz e identificación de huellas dactilares.

Las características más relevantes del dispositivo se contemplan en la tabla N° 11 y también en el anexo [B3] que contiene las especificaciones para el modelo M5 (outdoor Fingerprint & card reader/controller), también como sus dimensiones y ubicación dentro del sistema.

Tabla 11 Especificaciones lector de huella y tarjeta

Item	Description
Model	M5
Fingerprint Sensor	500dpi Opical Sensor
RFID Card Reader	EM(125Khz)
User Capacity	2,000
Fingerprint Capacity	2,000
Card Capacity	2,000
Log Capacity	50,000
Verificacion Speed	<1 Second (1:N)
Card Read Range	0.8 to 3.1 in (20 to 80 mm)
Identification Mode	Fingerprint/Card
Network Port	TCP/IP
Wiegand Protocol	Support Wiegand 26
Voice and Interface	Multicolor LEDs and Buzzer
Operating Voltage	DC 12V
Work Current	150 Ma
Operating Temperature	-20° to 60° C
Humidity	10% to 95% Non Condensing
Size (WxHxD)	19.7 x 48.8 x 13.6 in (50x124x34.5mm)
Accessory	SCO11(Controller)
Certificate	FCC, RoHS

Fuente: Anviz® Intelligent Security. Product data M5-Outdoor Finger print controller.

3.8.4 Panel de control de Acceso

3.8.4.1 Cisco secure control access system 5.8

Por medio del sistema de control de acceso seguro Cisco® se autentica política de acceso a la red y la estrategia de identidad del hospital. Apoyados en las políticas necesarias para satisfacer las demandas actuales de gestión y cumplimiento del control de acceso.

Se selecciona dispositivo cisco® dada la versatilidad del dispositivo en comunicación, compatibilidad con otras marcas y posibilidad de ampliación del sistema o extensión junto a marcas similares.

Las especificaciones eléctricas del dispositivo son: (consumo 770 W; voltaje: 90 – 260 V a 63 Hz).

Para el sistema de control de acceso se selecciona el dispositivo de control con dos puertos de entrada según la norma requiere para este, por esta razón la potencia

de base 770W x 2=1540 W; pero dado que se requiere un panel de control de acceso de respaldo ante cualquier eventualidad para una potencia de 3080 W.

Las características puntuales para el dispositivo (Cisco secure control Access system 5.8) se encuentran contenidas en el anexo [B4], donde se presenta: una figura del producto, sus características y beneficios, protocolos de autenticación, requerimientos eléctricos del sistema, medio ambiente de trabajo, soporte y servicio.

Se advierte que la instalación, será responsabilidad del personal técnico, pero la información relevante de manejo interno como contraseñas de acceso y software de manejo y control son propiedad del administrador del sistema.

3.8.5 Barrera mecánica para acceso a vehículos

El control automático del parqueadero se ejecuta mediante un sistema autónomo pero del cual también se ejerce control desde los centros de comunicación que se encuentra respaldado por un sistema hidráulico de apertura.

El sistema de conteo y registro de número de vehículos y tiempo de permanencia se hace mediante controlador cisco inmerso dentro del control de acceso. Las características eléctricas del dispositivo actuador son: (24 V DC-110 VAC), su conexión y operación del dispositivo (1600 Super compact 2600 hydraulic IN, Ground actuator) que muestra magnitudes de trabajo como peso máximo de barrera, longitud, grados de apertura, ciclos por hora, accesorios eléctricos, garantía, servicio y mantenimiento se encuentran contempladas en el anexo [B5].

3.8.6 Acceso a través de entradas principales

Las entradas principales son controladas a través de puertas giratorias electrónicas (revolving door), que proporcionan facilidad de tránsito a todas las personas con o sin discapacidad, control del ambiente interno del hospital, además del control remoto y conteo de flujo de personal.

Las puertas que se encuentran instaladas son de la marca BOOM EDAM®, para las cuales ya existe un sistema de control manejado por StereoVision® technology, pero se incluyen dentro del diseño porque como se ha mencionado se requiere de un sistema compacto de control de todos los accesos al hospital.

Para el control de entrada y salida peatonal del hospital se usan 2 (dos) puertas ubicadas en las entradas principales para las cuales se muestran sus características. Los datos adicionales correspondientes a dimensiones

especificaciones técnicas, esquema, modo de operación, beneficios, opciones de conexión eléctrica y niveles de tensión se señalan en la tabla N° 12 y anexo[B6]¹¹.

Tabla 12 Especificaciones puerta giratoria

Especificaciones	Rangos
Alimentación	110 VAC, 50/60 Hz 120 VAC additional for ceiling lights
Consumo de potencia	250 W
Consumo de potencia estacionaria	100 W
Temperatura ambiente	-4°F to +122°F
Protección	Fusible de operación externo en la fuente de alimentación de 16 A slow.

Fuente: BOOM EDAM®, TL180+90-PDS-BEI.product data. North Carolina 27546- United States of America/business sales.

La tensión y la potencia de control se toman de acuerdo a transductor de acuerdo a transductor de Jhonsons control® de 10-15 VDC y 20W.

El manejo y uso de toda la línea de actuadores eléctricos para puertas y ventanas se ejecuta con dispositivos de la marca BEI KIMCO® “Advanced Magnetics for Motion Control”; si hubiese cambio alguno deberá ser presentado por escrito ante la entidad responsable de instalación con especificación técnica para dicho cambio.

Para la apertura y manipulación de accesorios y mecanismos de acción se utilizan actuadores universales de dos posiciones de la marca (VICI®) Valco Instruments Co Inc. Los datos referentes a estos actuadores se encuentran contenidos en el anexo [B7] que muestra su descripción, montaje, planos de conexión eléctrica, configuración, operación y protocolos de comunicación contenidos en una tabla de serial de comandos N° 13.

Tabla 13 Especificación actuador universal

Product group rating	good	good	better	good	better	best
Input voltage-Vdc/Vac [V]	12, 24, 36 ² /	12, 24, 36 ² /	12, 24, 36/	12, 24, 36, 90 ³ /	12, 24, 36/	12, 24, 36/
Maximum dynamic load [N]	340	340	500	6670	6800	6800
Maximum speed [mm/s]	75	75	48	33	60	60
Maximum stroke length [mm]	150	150	200	914	610	600

¹¹ BOOM EDARM INC; TL180+90-PDS-BEI, 402 Mc kinney parkway, Lillington nc 27546 USA. product data.

Product group rating	good	good	better	good	better	best
Restraining torque [Nm]	2,3	0	0	23	12	0
Protection class	IP65	IP65	IP56	IP52	IP65	IP65

Fuente: Autor

3.8.7 Dispositivo de llamado a enfermería (Nurse Cord)

Este dispositivo presente en todas las habitaciones y en la sala de espera de enfermería se usa para anunciar el requerimiento de personal de atención al paciente, el anterior proceso se hace de forma sistematizada el cual es controlado por un subsistema de control (Panel) llamado “Nurse System Control”, este panel estará instalado en un cuarto de control también operado por el sistema general y alimentado desde UPS destinada a comunicaciones y control.

Los dispositivos destinados a este proceso a instalar son de la marca **CREST Healthcare supply®** que son recomendados y avalados por la compañía de instalación. Las características principales para modelo CREST 8900 (membrane switch momentary call cords) se muestran en la tabla N°14, sus especificaciones eléctricas, mecánicas y garantía se encuentran contenidas en el anexo [B8].

Tabla 14 Especificaciones pulsador “nurse Cord”

Especificación por modelo		
	P-512241A	P-512243A
Indicators	Red(on)-Green(on)Normal Operating Condition	Red (on)-green(on) Normal Operating Condition
	Red(on)-Green(off) Battery Backup is powering output	Red(on)-Green(off) Loss of AC
	Red(off) Green(on) No DC output	Red(off)-Green(on) No DC output
	Red(off)-Green(off)Loss of AC Discharged	Red(off)-Green(off) Loss of AC Discharged
	No DC output	No DC output
Size(inches)	8 1/2 H x 7 1/2 W x 3 1/2 D	13 1/2 H x 12 1/2 W x 3 1/2 D
Amps	1 amp continuous at 12 & 24 VDC	4 amps continuous at 12 VDC 3 amps continuous
Voltage	Switchable 12 & 24 VDC	Switchable 12 & 24 VDC

Fuente: CREST Healthcare supply®, P-512243A Nurse Cord and Buttom.Data Product.

3.8.8 Anuncio lumínico de requerimiento a enfermería

El indicador lumínico muestra o alerta las llamadas originadas del paciente, del personal médico, personal del aseo, ante emergencia, presencia y llamadas de código. Cuando se utiliza con cualquier estación de habitación el dispositivo indica que todas las llamadas originadas desde una habitación específica. Los datos se indican en la tabla N° 15, y las especificaciones puntuales para el dispositivo TECTONE LL380 (corridor Dome light) y su conexión eléctrica se encuentran contenidas en el anexo[B9]¹².

Tabla 15 Especificación lámpara “nurse Lamp”

Especificación	Característica
Dimensions	Height: 4.5625" (115 mm)
	Width: 4.5625" (115 mm)
	Depth: 3.3" (84 mm)
Bulbs	#1829 28v. 70mA
Power	24 VDC, 205 mA
Finish	Base is flame-retardant (UL® 94V-0) plastic. Amber, green and red lenses are flame-retardant translucent polycarbonate plastic. White lens is flame-retardant translucent polystyrene plastic.
Housing	Fits standard dual gang box with either single gang ring or dual gang ring

Fuente: Tek tone® LI380 Corridor Dome Light-Specification Sheet.

3.8.9 Panel de control de llamado a enfermería

El panel de control facilita el uso de estaciones no direccionables dentro de la red a tecnología IP mediante la conversión de señales de audio analógicas en audio digital, datos y viceversa. Desde la estación se controlan los dispositivos incluyendo estaciones duales de pacientes y estaciones de personal de cual se explican sus características en la tabla N° 16. El cableado del dispositivo se hace desde la estación o panel hacia los dispositivos de detección y señal dentro del sistema de comunicación en uso del estándar de la industria Cat 5 / 5e / 6; cable que sirve como una puerta de enlace entre la llamada de la enfermera IP y la red de habitaciones estaciones de enfermería y pasillos. La guía de instalación del módulo universal de llamado a enfermería de la serie (T-64000), sus características de tensión, potencia, diagrama esquemático operación del equipo, plano de conexión y manual técnico se encuentran en el anexo [B10].

¹² TECTONE LL380 Corridor Dome Light, 324 industrial parkroad, franklin NC 28734, USA data product.

Tabla 16 Panel de control de llamado a enfermería.

Power specifications	
Power Source	120 VAC
Electrical rating	Input 120 VAC, 120 W
	Output 40 VDC, 100 W
Power dissipation	120 W (427 BTUs)
Fuse	2.5 Amp AC line
Indicators	Green LED for AC Power
Terminations	1 "Ethernet" RJ-45 port
	1 "AUX" RJ-45 port
	1 "Port A" RJ-45 port
	1 "Port B" RJ-45 port
	1 "TO DOME LIGHTS" terminal strip (40 VDC 100 W)
Physical specifications	
Dimensions(H x W x D)	4.4 x 48.3 x 30.5 cm (1.75 x 19x 12 inch)
Mounting	48.3 cm (19 inch) wide rack mountable, wall mounting in standard third-party sectional cabinet
Certifications	
<i>UL, CAN/CSA C22.2 N°. 205, FCC (Part 15, Class A) State of California, Office of Statewidehealth planning and development, special seismic certification pre-approval, OSP-0207-10</i>	

Fuente: Ascom Patient Systems (US); HC-GTWY1-3K.Telligence Station Gateway.data sheet.

3.9 Sistema de control electromecánico, funcional y contraincendios

Dentro de este sistema se encuentran los diferentes dispositivos de detección transducción y control, en tiempo real de magnitudes presentes en ambientes como cuartos, así mismo magnitudes de presión, temperatura del entorno, caudal y operación normal de ductos con gases medicinales y/o aire acondicionado y calefacción. Todo lo anterior para lograr un sistema compacto de manejo y visualización remota sincronizada con los demás sistemas.

A continuación se presenta la descripción y características funcionales en la instalación concernientes al diseño.

3.9.1 Detector de co2 e incremento rápido de temperatura

Este sensor posee la capacidad de reconocer partículas flotantes de CO2 y tazas altas de incremento de temperatura ambiente de manera de poder reconocer posibles incendios. Las características del dispositivo sensor aparecen en la tabla N°17. Adicionalmente las características, normatividad, especificaciones físicas,

eléctricas, sugerencias de aplicación, niveles de detección, modo de monitoreo y operación se encuentran en el anexo [C1]¹³

Tabla 17 *Smoke and heat detector specifications*

Característica	Especificación
Physical Specifications Height	3.46 Installed in B200S BASE
Diameter	6.875" installed in B200S base
Shipping Weight	4.6 oz
Color	Ivory
Material	Bayblend FR110
Operating Humidity Range	15 to 90% relative Humidity (non condensing)
Application Temperature Range	32° F to 100 ° F (0°C to 38°C)
Air Velocity	0 to 4000 ft/min (0 to 20 m/ sec)
ELECTRICAL SPECIFICATIONS	
Operating Voltage Range	15 to 32 VDC
Maximum Standby Current	300 µA at 24VDC (one communication every 5 seconds with LED bling enable)
Maximum Alarm Current (LED on)	7.2 Ma at 24 VDC

Fuente: system sensor Advanced Multi-Criteria Fire/CO Detector datasheet

En el diseño encontramos una cantidad total de 27(veintisiete) dispositivos de este tipo que al calcular la potencia de consumo resulta en 0.2 W por cada unidad lo que resulta un consumo total de 5.4 W.

3.9.2 Detector de humos

Este dispositivo tiene como fin exclusivo la detección de partículas de monóxido de carbono, el modelo (IR-642) tiene las siguientes características constructivas referidas en la tabla N°18, así mismo características funcionales para el modelo IR 642 (Carbon Dioxide Sensor) se muestran en el anexo [C2]¹⁴ que muestra rango de medida, precisión, rango de temperatura en operación y rango de unidad en operación, así mismo dimensiones físicas y modo de instalación.

¹³ SYSTEM SENSOR Advanced Multi-criteria fire/co detector 3825 Ohio avenue street, st. Charles, IL 60174 USA, data sheet.

¹⁴ DETCON IR642 Carbon Dioxide Sensor, Houston, Tx, USA. 2014 data sheet.

Tabla 18 Detector de humo “CO sensor”

Característica	Especificación
Sensor type	Non-dispersive Infrared Optical (NDIR)
Measurement Range	0-10%/0-25%/0-50%/0-100% by volume
Response/ Clearing Time	T50<15 Seconds T90<40 Seconds
Accuracy/Repeatability	±5% full scale
Zero Drift	<0.05% per year
Operating Temperature Range	-40°F to +167°F; -40°C +75°C
Operating Humidity Range	0-99% RH non-condensing
Outputs	Linear 4-20 mA DC RS-485 Modbus™ 3 Relays (alarm 1, alarm 2, & fault) Contacts rated 5 amps
Input Voltage	22.5-28 VDC
Power Consumption	<3 watts @ 24VDC

Fuente: detcon Inc. Model IR-642 Carbon Dioxide Sensor

Aparte de estas características del entorno en el que se va a emplear tenemos en cuenta el consumo energético del dispositivo para competencia de las características eléctricas de la instalación. Se tienen 65 unidades de este tipo cuyo consumo unitario como se especifica en la tabla N° 18 es de 3 W resultando un total de 195 W.

3.9.3 Detección de gases

El modelo (FP-524D Combustible Gas Sensor), es un sensor inteligente diseñado para detectar gas combustible disuelto en el aire en el rango de 0 - 100% LEL (límite inferior explosivo). Las características funcionales se mencionan en la tabla N°19, los apartes del modelo FP-524D (Smart Gas Detection Sensor) se muestran en el anexo [C3]¹⁵ que contiene características operacionales, aplicaciones de trabajo, especificaciones eléctricas y mecánicas del sistema, medio ambiente y normatividad.

Tabla 19 Detector de gas combustible

Característica	Especificación
Sensor Type Sensor Life	Matched-pair catalytic bead 3 to 5 years typical
Measurement Range Accuracy/Repeatability	0-100 LEL (Lower Explosive Limit) ±3% 0-50% LEL ±5% 50-100% LEL

¹⁵ DETCON IR-543 Smart Gas Detection Sensor, Houston, Tx, USA. 2013 device specifications.

Característica	Especificación
Response/Clearing Time	T50< 10 seconds; T 90 < 30 Seconds
Dimensions	10" (including splashguard) x 6.1"W x 4.3" D 254mmH x 115 mm W x 109 mm D Mounting Holes (J- box) 5.5", 140mm Center to center.
Weight	6lbs; 2.72 kg (w/aluminum j-box) 9lbs; 4.08kg (w/stainless steel j-box) 12-28 VDC
Power Consumption	Normal Operation = 68 miliamperes (<1.7Watt) Maximum = 87 miliamperes

Fuente: Detcon Inc. Model FP-524D Combustible Gas Sensor

El consumo por unidad del dispositivo es de 2 W como se muestra en la tabla, para el caso se hará uso de 26 unidades que darán un total de 52 W.

3.9.4 Detector de humedad relativa

Este dispositivo controla los sobrecalentamientos o sobre enfriamientos en cuartos de control, de manera que no haya flujo de condensado adyacente a circuitos electrónicos dado el caso que el sistema de control de ambiente (aire acondicionado) se torne en condiciones de falla.

Las características del dispositivo papouch TH2E (Intelligent Ethernet sensor for temperture) se muestran en la tabla N°20 y además el anexo[C4]¹⁶ muestra su descripción, rango de medida, en la tabla N°1 del mismo anexo se muestran características de memoria, protocolos de comunicación, hardware, versión del dispositivo tipo de sensor y modo de instalación.

Tabla 20 Características detector de humedad relativa

Característica	Especificación
Measures relative humidity in range	0-100%
Measures temperature	-40 to +125°C
Detalles de función y conexión	
Saves measured-out values in an internal memory with capacity of 1000 records. (values remain saved even if the power goes down.)	
Extreme values memory function – TH2E saves minimal and maximal measured-out value from all quantities.	
Connects and Communicates via computer network (Ethernet)	
Data transfer via TCP/IP protocols (10/100 ethernet)	

¹⁶ PAPOUCH Th2e Intelligent Ethernet sensor for temperature, strasnicka 316410200 Prague 10 Czech Republic, Jan/2016 complete manual.

WEB Based Configuration.	
Sensors: "TH2E" Coverage IP 54 "TH2E" thermometer: Coverage IP68	
Sensor is Connected by a silicon cable with high temperature resistance.	
Powered from 5 V to 30 V (Wall-plug adaptor included)	
Característica	Especificación
Power supply voltage	5 to 30 V (Polarity reversal protection)
Power consumption at 5 V	Typ. 150 mA
Power consumption at 12 V	Typ. 70 mA
Power consumption at 24 V	Typ. 45 mA
Maximum power consumption	1.5 W

Fuente: TH2E Intelligent Ethernet sensor for temperature, humidity and dew point datasheet

De las características eléctricas encontradas en la hoja de datos se toma la potencia equivalente por unidad, 1.5 W para 32 unidades tenemos 48 W en total.

3.9.5 Sensor de oxígeno

Este dispositivo monitorea el nivel de oxígeno presente en espacios confinados en función de verificar si el ingreso es peligroso debido a la presencia de gases inertes Para el (air check O2 oxigen deficiency monitor) se tienen las características mencionadas en la tabla N°21, especificaciones como calibración y detalles de relé temperatura de trabajo y medios de operación se contemplan en el anexo [C5]¹⁷.

Tabla 21 Sensor de presión de oxígeno

Característica	Especificación
Sampling method & range	Diffusion, 0-25% O ₂
Accuracy	±1% of full scale
Operating Temperature	-40 to +55 C
Display	¾" backlit LCD digital display
Sensor type	Long life zirconium oxide sensor cell (lower temp operation) no heat fatigue.
Sensor life	10 years under normal conditions
Signal outputs	Standard: 4-20 mA analog output Optional: Dual User Selectable Relays(2 Amp 30 VDC/240 VAC) Audible alarm Digital RS-232
Power Requirements	24 VDC 100 mA without relays; 500 mA with relays

¹⁷ AIR CHECK; O2 oxigen deficiency monitor, 557 Capital Drive lake Zurich, IL 60047 USA. 2015. Product specifications.

Característica	Especificación
Dimensions	5.5(W) x 10.5 (H) x 3.25 (D) inches; (140 x 267 x 83 mm)
Weight	1.6 lbs. (8 Kg)
Enclosure	Nema 4X
Approvals	CE approval & factory calibrated against a NIST traceable reference standard
Required calibration	None (no zero or span pots supplied)

Fuente: Pure air monitoring systems Inc. *Air check* O2 Oxygen Deficiency Monitor Datasheet

En el uso con relés da un consumo energético de 12 W y para la instalación de 15 unidades, tenemos un consumo total de 180 W.

3.9.6 Sensor termo lumínico

Su uso en las habitaciones es relevante en función de determinar la cantidad de luz que se registra en las habitaciones de manera que la temperatura no sea demasiado alta y el rayo de luz UV no afecte a las personas en el interior de la misma, sus características más relevantes se muestran en la tabla N°22, las características para el modelo (VEML-6070 VA light Sensor with I^2C interface) se describen en el anexo [C6]¹⁸ que contiene detalles como condiciones de conexión eléctrica, diagrama de bloques de operación, figuras de modelo y forma de onda en trabajo y desconexión, figuras de conexión, tabla de configuración y figuras demostrativas y explicación de modo de montaje.

Tabla 22 Thermoluminic sensor specifications

Características		Especificación				
Amb Temperature		25° C, (Unless otherwise specified)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply operation voltage		VDD	2.7	-	5.5	V
Supply current	RSET = 240k Ω ⁽¹⁾⁽²⁾	IDD	-	100	250	μ A

Fuente: vishay VEML6070 UVA Light Sensor with Interface datasheet

En 15(quince) unidades con un consumo de 1.5 W por unidad se calcula un consumo de 22.5 W en total para el dispositivo (VEML6070 UVA Light Sensor).

¹⁸ VISHAY, VEML-6070 UVA Light Sensor with I^2C interface, malven Pennsylvania USA, 08/Feb/2016, document number 84277.

3.9.7 Sensor de vacío

Para el control de presión en vacío y garantizar dicha presión en los conductos de cuartos en función de los variados usos que se puedan dar a los mismos. Las características principales para el modelo (730 Vacuum Capacitance Manometer) se muestran en la tabla N°23 y en el anexo [C7]¹⁹ que contiene la descripción de aplicaciones, composición química, tablas, figuras de modo de conexión y especificaciones generales.

Tabla 23 Especificaciones sensor de presión de vacío

Performance data		Physical description	
Accuracy	±0.5% of reading ±0.25% of reading(Opt)	Pressuring Fittings	See Ordering Information
Response time	<20 ms	Wetted Material	Inconel®
Resolution	Infinite, limited only by output noise level(≤0.005% FS)	Electrical Connection	5-pin Screw Terminal, 9-pin D-Sub, or 15-pin D-Sub on 6" pigtail
Thermal effects		Case	Stainless Steel
Compesated Range	0 to +50°C	Cavity Volume	<6.0 cc
Zero Shift	0.25	Weight (approx.)	<250 g
Span Shift	1.35	Electrical data (voltage)	
Long Term Stability	0.5% FS/1 YR, excluding environmental effects	Excitation/Output	12 to 30 VDC for 0-10 VDC 9 to 30 VDC for 0-5 VDC
		Current Consumption	<10 mA max
Pressure Media		Output Load	>10 kΩ load
Gases or liquids compatible with inconel®. Wetted material is for 0.5" tube option only. Other fitting options will add Stainless Steel.		Output impedance	<1 ohm
		circuit	3-wire

Fuente: setra.com © Setra Systems, Inc. Model 730 Vacuum Capacitance Manometer datasheet

¹⁹ SETRA; Model 730 Vacuum Capacitance Manometer Sensor, Setra Systems, 159 Swanson Road, Boxborough. MA 01719.USA.10/2016. Ssp 730Rev.D.

El consumo energético del dispositivo por unidad es de 0.3 W para 15(quince) dispositivos de este tipo se registra un consumo de 4.5 W para el modelo (730 Vacuum capacitance manometer).

3.9.8 Medición de temperatura de sistemas motores

Es usado para detectar aumento de temperatura en cuerpos como motores como generadores eléctricos, oxígeno, calefacción y bombas de vacío ya que dicho aumento puede resultar en una falla en el dispositivo. Las características en el modelo seleccionado (Kaco Module Temperature Sensor) se muestran en la tabla N° 24, su esquema de conexión, configuración y datos técnicos se contemplan en el anexo [C8]²⁰.

Tabla 24 Características de sensor de cuerpo caliente

Característica	Especificación
Input	
Sensor	Pt-100/1000, 2/3 wire (DIN43760), with compensation for cable resistance
Temperature range	-58°F-572°F (-50°C – 300°C)
Output	
Supply Voltage	24 VDC (20.4 VDC-27.6 VDC)
Consumption	2 W
Isolation	
Input/output to supply:	3.75 kW AC 1 min.
Temperature	
Ambient	-4°F – 131°F (-20°C – 55°C)
Storage	Module Temperature (0-10 V / Optional)

Fuente: kaco module temperature sensor datasheet

Para 14(catorce) unidades de este tipo dentro del diseño tenemos 2 W por unidad para un total de 28 W en conjunto.

²⁰ KACO; Module Temperature Sensor, New Energy.USA06/28/11.Product information.

El sistema de control electromecánico y funcional está diseñado para detectar fallas a nivel de función en maquinaria en estado de trabajo y reposo, cuando hablamos de máquinas en estado de reposo pero que se encuentran a punto y en condiciones ideales para ser encendidas en cualquier instante, con esto el sistema de control remoto nos brinda la seguridad de excelente operación y también nos da los datos y las condiciones anteriores a la falla a manera de mantenimiento predictivo.

3.10 SISTEMA DE COMPUTADORAS Y TELÉFONOS

Se reúne dentro de este sistema el grupo de comunicación de computadoras y teléfonos debido a la cercanía donde se encuentran estos dispositivos, de modo también que ellos se encuentran dispuestos por parejas en cada habitación, lugar de oficina y sitios donde sea necesaria la comunicación a través de voz y datos.

Cada computadora posee su CPU propia en el lugar donde se encuentra instala, pero además se encuentra respaldada por otra en las sala de comunicaciones que hace parte de un sistema general de copia y resguardo de datos e información que son manejados por el administrador del sistema.

El grupo de teléfonos trabaja con tecnología IP de comunicación y es alimentado a través de POE, pero también es respaldado con conexión a la red regulada del circuito de tensión del esencial 110 - 115V al igual que las computadoras. El diseño determina la potencia que es consumida por el grupo computadoras a partir de las condiciones y características de función requeridas por cada dispositivo.

Debido a la existencia de gran variedad en sistemas de computación y diversidad de marcas para también a la posibilidad de construir un ordenador con características deseadas se muestran resultados de potencia en computadoras, gracias a la calculadora de potencia (PowerSupplyCalculator) la cual requiere los siguientes datos:

- Características de tarjeta madre (Motherboard)
- CPU (cantidad y modelo de fabricante)
- Características memoria RAM
- Tarjeta de video (cantidad y modelo de fabricante)
- Disco de estado sólido (Modelo)
- Hardware (Mouse, teclado y demás)
- Tarjetas PCI (sonido, TV, y demás)
- Sistema de refrigeración (Ventiladores)
- Tiempo operación diario (computer ON)

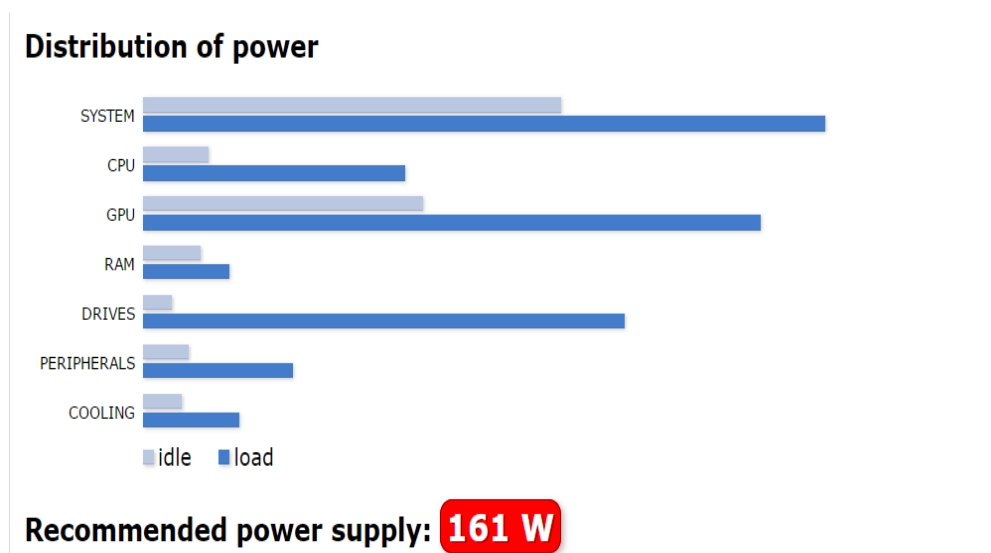
Según características y condiciones encontradas en los dispositivos que se requieren alimentar y controlar se especifican tipos y modelos por equipo, sus resultados se muestran en la tabla N° 25.

Tabla 25 Características de computadores

N° de equipos	CPU	RAM	Video cards	Solid state disk drives	Hard disk drives / Hybrid disk drives	Common devices	PCI / PCI-express cards	Fans	Other devices
8	AMD phenom x4 9600B (Agena)	DDR2	ATI Radeon HD 4870 X2	none	none	Standard keyboard	Dual port Ethernet card	1X80 mm	2x USB devices
10	Intel celeron (sandy bridge)	DDR2	Nvidia GeForce 320	none	none	Standard keyboard, mouse	Standard sound card	1x80 mm	2x USB devices
8	Intel core i7 4771 (haswell)	DDR2	Nvidia Geforce GTX 960	none	none	Standard keyboard recordable	Dual port Ethernet card	1x92 mm	3x USB Devices
6	Intel Pentium m 957 (sandy Bridge)	DDR1	Nvidia Quadro 2000	Corsair force 3	none	Standard Keyboard	Standard sound card	1x 92 mm	4x USB devices
4	Intel pentium E6500 K wolfdale	DDR2	Nvidia quadro FX 4500	none	Any standard 3.5 inch 7200RPM	Standard Keyboard Mouse	Dual Ethernet port card standard sound card	1x 80 mm	3Xusb Devices

Fuente: Autor

Tabla 26 Análisis de consumo de computadores



Fuente: Autor

La figura anterior (Tabla N° 26) muestra el consumo individual por computadora lo cual nos da una potencia a plena carga y funcionando las 24 horas de 161W al efectuar la suma algebraica de las potencias para el total de computadoras que son 36, el resultado nos da 5.8KW.

Se aclara en este punto que la potencia dada por computadora excluye la potencia consumida por el monitor (pantalla) para la cual se toma una potencia de trabajo de 20 – 23 W + 0.3 W según recomendación del fabricante para el modelo seleccionado (HP 22er 21.5-inch Display), esto para las 36 computadoras nos da una potencia total de 838.8W. Las características de los monitores se encuentran contenidas en la tabla N° 27 y en el anexo [D3]²¹ que contiene sus especificaciones físicas, técnicas y de función.

Tabla 27 Especificaciones de monitores

Característica	Especificación
Input signal	VGA, HDMI; HDCP supported on digital input
Cables included	A/C power cable 1,9 m (6.2 ft), Power adapter 1 m (3.2 ft); VGA cable 1.8 m (5.9 ft); HDMI cable 1,8 m (5.9 ft) in selected regions
User controls	Brightness, Contrast, Color Control, Input Control, Image Control, Power Control, Menu Control, Management, Language
Power Consumption	Typical: 20 W; maximum: 21 W; power Saving: 0.3 W

²¹ HP Company; Hp 22er 21.5-inch.display. Americas Headquarters.February,2016,4AA6-4201ENW.Data sheet.

Característica	Especificación
Dimensions (W x D x H)	Unpacked with stand: 49,78 x 18,35 x 38,45 cm (19.6 x 7.23 x 15.14 in)
	Head Only: 49,78 x 3,52 x 30,16 cm (19.6 x 1.39 x 11.88 in)

Fuente: HP 22er 21.5-inch Display, HP store.device specs-data sheet.

3.10.1 Teléfonos

Los teléfonos que proveen de comunicación entre interlocutores a lo largo del hospital están equipados con tecnología IP de transmisión de datos y alimentados a través de Power-over-Ethernet (PoE) se describen a continuación.

El teléfono IP 6945 de Cisco IP es un punto de terminación IP innovador que ofrece comunicaciones de voz de calidad comercial asequible y soporte para servicios de comunicaciones en video.

El teléfono IP 6941 Ethernet es compatible con auriculares de banda ancha y comunicaciones con auriculares para proporcionar una calidad de voz clara en un entorno empresarial. El teléfono también es compatible con Power-over-Ethernet (PoE) Clase 1, que es el teléfono IP de menor consumo de energía para ahorrar energía y apoyar sus iniciativas ecológicas.

La selección de consumo de cada teléfono se formaliza según la aplicación de la norma "IEEE 802.3af-compliant blades", que nos brinda la información contenida en la tabla N° 28 y el anexo [D2]²² que contiene las características del dispositivo.

Tabla 28 Consumo de potencia telefonos

CLASS	Min. PSE Power	Max. PD Power	Sample PD's
1	4 Watts	3.84 Watts	IP Phones
2	7 Watts	6.49 Watts	IP Camera
3,4, or 0	15.4 Watts	12.95 Watts	Wireless AP

Fuente: Introduction to PoE and the IEEE802.3af and 802.3at Standards.Pag21.

Se toma una potencia de trabajo de 4W dedicado a 36 teléfonos lo cual nos da una potencia total de 144W.

²² CISCO; Unified IP phone 79756. Cisco Systems In, San Jose, CA.USA. 02/11. C78-418624-04 Data sheet.

4 UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS

Haciendo uso del plano arquitectónico de la edificación se ubican los dispositivos en función del servicio requerido en cada espacio y teniendo en cuenta la normatividad.

4.1 UBICACIÓN DE CÁMARAS

El sistema de monitoreo se efectúa través de cuatro tipos de cámaras que se ubican conforme a sus características, donde se busca cubrir el mayor espacio posible de la edificación sin usar una alta cantidad de dispositivos cuidando también que no existan puntos ciegos de no alcance y donde las normas lo indiquen. Básicamente las cámaras se ubican estratégicamente a lo largo de la edificación utilizando los siguientes criterios visuales y de medida.

- Longitud de alcance de monitoreo
- Ángulos de alcance de monitoreo
- Dirección del rayo incidente a solar a diferentes horas
- Luminosidad artificial, colores del entorno

4.2 UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE ACCESO Y LLAMADO A ENFERMERÍA

Los dispositivos de control de acceso se ubican en cada una de las entradas y salidas de la edificación, habitaciones, cuarto mecánico, cuarto eléctrico, salas especializadas, laboratorio, como también en los cofres de archivo confidencial, cajas fuertes y cofres de acceso a computadoras restringidas. Estos dispositivos se ubican teniendo en cuenta los siguientes criterios.

- Nivel de seguridad de reconocimiento del personal que puede acceder
- Altura promedio de las extremidades superiores de las personas
- Impacto visual del dispositivo
- Adaptación del dispositivo al medio de instalación
- Facilidad de operación
- Alcance de señal de dispositivo (sonido, intensidad de luz)

Adoptados estos criterios se ubican los dispositivos en el plano contenido en el anexo [F2] (Plano control de acceso y llamado a enfermería).

4.3 UBICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE CONTROL ELECTROMECAÁNICO FUNCIONAL Y CONTRA INCENDIOS

Los diferentes tipos de sensores y actuadores que se ubican dentro del diseño del subsistema de control funcional y contra incendios se ubican bajo los siguientes criterios.

- Punto específico de necesidad de medición de parámetro
- Homogeneidad de corrientes de gases circundantes
- Servicio prestado en habitación
- Requisitos de función de dispositivo
- Características de trabajo de dispositivo
- Adaptación de dispositivo al medio de instalación

Otros criterios aparte son brindados por miembros del cuerpo técnico de la compañía T.I.C.S basados en la experiencia que son aplicados junto con los anteriores para determinar la ubicación de los dispositivos contenidos en el plano del anexo [F6]

4.4 UBICACIÓN DE COMPUTADORES Y TELÉFONOS

Los computadores y teléfonos se distribuyen a lo largo de la instalación y se realiza con base en el reconocimiento visual, el plano arquitectónico y detalles en ubicación de muebles en habitaciones y estaciones de enfermería. Cada computador es ubicado en la zona de trabajo del médico dentro de las habitaciones de hospitalización y atención especializada como también en cada puesto de trabajo de enfermería en las dos estaciones que contiene la edificación.

Los detalles de ubicación de computadores y teléfonos se esquematizan en detalle en plano del anexo [F5].

4.5 DIBUJO DE PLANOS

Haciendo uso de la norma ANSI para símbolos detalle de función se realizan los planos de ubicación, conexión, forma de la red y alimentación de los subsistemas monitoreo y vigilancia, control de acceso y llamado a enfermería, control electromecánico, funcional y contra incendios y el sistema de computadores y teléfonos además de plano de conexión a UPS en centro de control, diagrama unifilar de conexión de sistema de transferencia automática, diagrama unifilar de alimentación de (UPS) y plano de convenciones y símbolos.

Los planos, dibujos y diagramas se realizan en el software de dibujo AUTOCAD, donde se realizan todos los planos de distribución de los dispositivos y la red de alimentación para los mismos. Se dibujan los planos conforme a la distribución de la edificación y detalles arquitectónicos que permiten la circulación de cables por medio de canaletas montadas por encima de los cielorrasos o techos falsos y por en medio de las paredes contemplando lo especificado en la norma NFPA 1221.

El rotulado de los planos se hace conforme y los requerimientos propios del hospital en el cual se menciona la escala real del dibujo, la designación de la edificación, fecha de realización, dibujante, revisor, consecutivo de proyecto, imagen, logo y eslogan de la compañía T.I.C.S, logo y ubicación del hospital, nombre del plano espacio para notas de revisión y contenido, advertencia de uso privativo y logo de la universidad UPTC.

5 DISEÑO DE LA RED DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

Para el presente diseño al tratarse de un hospital se tienen en cuenta:

- Normas y leyes internacionales, nacionales y estatales para el diseño de instalaciones eléctricas hospitalarias.
- Los requerimientos eléctricos para la alimentación del sistema de comunicación, registro y control del hospital.

5.1 CONSIDERACIONES ACERCA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Para la alimentación de la red de sistema de comunicación registro y control del hospital se utiliza una un sistema de UPS, contando que este sistema se alimentará desde un tablero de distribución presente en el cuarto eléctrico del hospital.

Para un hospital, se debe tener la fuente de alimentación esencial, que incluye el(los) generador(es), esta(s) fuente(s) de poder se dividen en energía del sistema de emergencia y energía del sistema del equipo, así el sistema de emergencia se divide en la seguridad de la vida sucursal y rama crítica.

Está cubierto por el Artículo 701 del NEC: Sistemas de espera legalmente requeridos, donde dichos sistemas deben ser restaurados al poder dentro de los 60 segundos de la pérdida de la normalidad del mismo. Para un hospital, el artículo 517 define estos sistemas y los llama equipo. El artículo 701 no define específicamente qué sistemas deben ser considerados legalmente requeridos, sino que afirma que esta designación debe hacerse por el diseñador y / o autoridades competentes (AHJ).

5.2 SISTEMA ELÉCTRICO DE RESPALDO

Si bien la normativa muestra claramente la importancia en cuanto a sistemas energéticos alternativos con relación a la falla o dicho de otra manera un sistema que respalde el poder energético en ausencia de un principal, en este caso el diseñador tiene la autonomía de definir su sistema de respaldo por ende también el nivel de confiabilidad del sistema, dado que es un hospital y por todo lo anterior y la normativa que se ha tenido cuenta para este diseño se tendrá en cuenta dos sistemas de respaldo que son: El grupo motor que cuenta con dos moto generadores diésel y el grupo electrógeno también de dos baterías.

Como el diseño comprende los sistemas de comunicación y el control del hospital en este caso se requiere de unos pasos más adelante en cuanto a fiabilidad de sistema se trate, por eso estarán presentes en el diseño fuentes de energía de soporte como UPS (uninterruptible power source), no solamente de respaldo sino también como fuentes de voltajes en corriente directa que son necesarios para la conexión de accesorios.

5.2.1 Fuentes de alimentación ininterrumpida (UPS)

Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida es un conjunto de dispositivos estáticos (eléctricos y electrónicos) que aseguran el suministro sin interrupción de una energía eléctrica de calidad.

Las UPS además de suministrar energía eléctrica ininterrumpida en caso de corte de red durante un cierto tiempo, protegen ante variaciones de tensión o perturbaciones, suministrando una energía "limpia y estable".

Una fuente de alimentación ininterrumpida es un dispositivo destinado a proteger los datos que se están procesando en una computadora contra las interrupciones en el suministro de energía eléctrica.

No es necesario abundar para tomar conciencia de los perjuicios que puede acarrear la pérdida de información como resultado de un fallo en el suministro de energía eléctrica, pérdida que puede ser invaluable para un servidor de archivos del hospital.

Dadas estas observaciones este diseño pretende corregir mediante el uso de una (UPS) algunos problemas de alimentación del sistema más comunes, incluyendo caídas de energía, sobretensiones, caídas de tensión, ruido de línea, picos de alta tensión, variaciones de frecuencia, transitorios de conmutación y distorsión armónica.

5.2.2 Selección del sistema (UPS)

La distribución de la energía eléctrica está sujeta a la distorsión de la red de diversos períodos e intensidad. Las soluciones de protección de energía de hoy en día necesitan proporcionar protección contra una amplia variedad de problemas de calidad de alimentación, no solamente apagones. Muchas cargas críticas sólo funcionarán correctamente si se suministran con una fuente de alimentación de alta calidad. Los problemas de calidad de alimentación pueden reducir seriamente la vida útil de sus equipos, sistemas y tecnología.

Un sistema ininterrumpido de suministro de energía (UPS) garantiza el suministro de corriente eléctrica a las cargas conectadas. Cuando se habla de UPS estático, se refiere a aquellos dispositivos que no dependen de movimiento ni piezas mecánicas para generar o acumular energía, mientras los llamados dinámicos o rotativos tienen un motor eléctrico síncrono en movimiento que transforma energía eléctrica en mecánica o viceversa en su funcionamiento como alternador.

Al estudiar las potencias que cada sistema es capaz de manejar, suelen agruparse de la siguiente manera: UPS estáticos desde 150 W hasta 2 MW por equipo y los dinámicos en el rango entre 300 kW a 2 MW por equipo. Se debe considerar que en data centers, por lo general, los UPS no soportan sino hasta un 80% de la carga total. Comúnmente se respalda entre 45 y 55% en instalaciones no redundantes y entre 20 y 50% en instalaciones con redundancia.

Para potencias inferiores a 200 kW, la solución exclusiva es la utilización de UPS estáticos. Sin embargo, a medida que aumentan los kilovatios de las instalaciones, se puede pensar en el uso de UPS dinámicos; aunque pueden combinarse ambas soluciones para centros de datos con grandes espacios o superficies. En cuanto al espacio, puede parecer que los UPS estáticos requieren menor espacio, sin embargo deben analizarse las diferentes variables que intervienen en la construcción de los cuartos donde se alojan los equipos. Para los estáticos se debe tomar en cuenta la superficie ocupada por el equipo, las baterías, los gabinetes de conexiones y los equipos de aire acondicionado. En el caso de los dinámicos, también influye la superficie que requerirá la presencia del motor de combustión acoplado al volante de inercia (acumulador de energía), el alternador, los gabinetes de conexión y control, el almacenamiento de combustible y servicios auxiliares. A su vez, el mantenimiento juega un papel importante. Los UPS de tipo dinámico necesitan ser controlados y mantenidos con periodicidad mensual o semestral, según su uso, tamaño y construcción.

En el caso de los estáticos, una sola inspección anual garantiza el buen funcionamiento del equipo. En los UPS dinámicos, la tensión de salida no tiene dependencia alguna de la tensión de entrada. El equipo trabaja en paralelo con la alimentación principal (red), estabilizando cualquier diferencia de potencial. Además logra realizar un filtrado de armónicos.

Sin embargo, en caso de existir una diferencia de frecuencia, ésta afectará las cargas. El principio de funcionamiento de los UPS estáticos es la transformación de

corriente alterna a continua y de continua a alterna. Dichas conversiones se realizan mediante componentes electrónicos, que optimizan el rendimiento del equipo y mejoran enormemente el rendimiento del equipo.

5.2.3 Fuente de alimentación (PSU)

La unidad de fuente de alimentación es la pieza de hardware que se utiliza para convertir la potencia suministrada desde la toma de corriente en la energía utilizable para las muchas partes dentro del sistema eléctrico y electrónico.

Convierte la corriente alterna (AC) en una forma continua de energía que los componentes de la computadora necesitan para funcionar normalmente, llamada corriente continua (DC). También regula el sobrecalentamiento mediante el control del voltaje, que puede cambiar automáticamente o manualmente dependiendo de la fuente de alimentación.

A diferencia de algunos componentes de hardware utilizados con una computadora que no necesariamente se necesita, como una impresora, la fuente de alimentación es una pieza crucial porque, sin ella, el resto del hardware interno no puede funcionar. La unidad de fuente de alimentación es a menudo abreviada como PSU y también se conoce como un paquete de energía o convertidor de energía.

Dentro del sistema de comunicaciones, registro y control encontramos a menudo accesorios que necesitan de una alimentación en corriente continua es acá donde usamos este tipo de fuentes, aunque ellas en la mayoría de los casos están inmersos dentro del sistema electrónico, sin embargo dentro del diseño se contempla el uso de baterías para el sistema UPS de las cuales se brinda la información pertinente del producto en el anexo [E3].

5.2.4 Tiempo de respaldo energético

Este aparte del diseño contempla el tiempo que deberá ser respaldada la carga con el sistema de alimentación ininterrumpida, dado que la configuración de instalación de este sistema es de conexión en paralelo línea interactiva, la carga no estará conectada en descarga de las baterías en ningún momento, únicamente se toma como un tiempo es amortiguamiento a la compensación del sistema regulado y como un tercer nivel de protección ante cualquier eventualidad de falla en alimentación AC; es por esta que se toma un tiempo corto de descarga de las baterías debido a que se cuenta también con banco de baterías auxiliar además del conjunto de baterías propio del sistema UPS.

Para los artículos 700 y 517, la energía debe ser restaurada en 10 segundos de pérdida de potencia normal. El Artículo 700 de NEC requiere que una porción del sistema eléctrico del edificio sea capaz de proporcionar energía de emergencia en caso de fallo de alimentación normal. Esta incluiría características de salida tales como iluminación, sistemas de alarma contra incendios y otras funciones de seguridad de vida similares. Esto puede hacerse a través de un pequeño generador batería de reserva de energía, esta cantidad de energía es típicamente muy pequeña parte del consumo total de energía del edificio, aproximadamente 5% a 10%.

Para nuestro diseño potencia total encontrada de consumo de dispositivos se encuentra entre 7000VA y 6300W como referencia contenida en la tabla (31) donde el tiempo de respaldo se encuentra en minutos, se toma el tiempo más largo de treinta y cinco (35) minutos debido a la conexión y modo de trabajo confiabilidad del sistema que se señala dentro del cuadro de color naranja.

Tabla 29 BACKUP TIME BY 9355 EATON UPS.

10-15 KVA backup Times										
VA	watt	UPS +Intern al 32 Batte ry	(1) EB M 64	(2) EB M 64	(3) EB M 64	(4) EB M 64	UPS +Intern al 64 Battery	(1) EB M 96	(2) EB M 96	(3) EBM 95
15000	13500	5	23	43	65	89	13	43	77	113
14500	13050	5	24	45	68	93	14	45	81	119
14000	12600	5	25	47	72	97	15	47	84	125
13500	12150	6	26	49	75	102	16	49	88	130
13000	11700	6	28	52	78	106	17	52	92	136
12500	11250	6	29	54	82	111	18	54	96	142
12000	10800	7	30	57	86	116	19	57	101	149
11500	10350	7	32	59	90	122	19	59	106	156
11000	9900	7	33	62	94	129	20	62	111	164
10500	9450	8	35	66	100	136	21	66	117	174
10000	9000	8	37	70	106	144	23	70	124	184
9500	8550	9	40	74	112	153	24	74	132	196
9000	8100	10	42	79	120	163	26	79	141	209
8500	7650	11	46	85	129	175	28	85	152	225

10-15 KVA backup Times										
VA	watt	UPS +Internal 32 Battery	(1) EB M 64	(2) EB M 64	(3) EB M 64	(4) EB M 64	UPS +Internal 64 Battery	(1) EB M 96	(2) EB M 96	(3) EBM 95
8000	7200	12	49	92	139	189	30	92	164	242
7500	6750	13	53	100	151	205	32	100	178	263
7000	6300	15	58	109	164	224	35	109	194	286
6500	5850	16	64	119	180	245	39	119	212	314
6000	5400	18	70	131	198	270	43	131	234	346
5500	4950	20	78	145	220	300	47	145	259	383
5000	4500	22	87	162	245	334	53	162	289	428
4500	4050	25	97	182	276	376	59	182	325	-
4000	3600	29	110	207	313	426	67	207	369	-
3500	3150	33	127	238	359	-	77	238	423	-
3000	2700	38	148	277	418	-	90	277	-	-
2500	2250	46	176	329	-	-	107	329	-	-

Fuente: Eaton 9355 UPS scalable. Compact. Flexible. Product Brochure. P11

5.3 CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES DEL SISTEMA UPS

Basados en la experiencia, detalles de instalación y propuestas por parte del personal técnico de la compañía TICS y los resultados obtenidos a través del diseño se toma la decisión que el sistema de respaldo energético sea comprometido con la compañía Eaton® con su modelo UPS 9355 de relación 10VA/9KW de corrección de factor potencia a una tensión de entrada y salida de 220/127 V de alimentación trifásica 4 cables más conexión a tierra. Los detalles contenidos en la tabla (32) son brindados por parte del fabricante Eaton® y la muestra en el recuadro de color naranja es la elección con base en los datos obtenidos por el diseñador y las notas a pie de página contenidas en la tabla (32) brindan la información específica y márgenes de tolerancia a instalación en sus compendios.

Las instrucciones de instalación, modo de conexión y aplicación están contenidos en la carpeta de anexo [E]²³ (sistema UPS) y direccionado a través de los planos correspondientes al diseño.

Tabla 30 UPS EATON 9355 CHARACTERISTICS

Power rating (kVA/kW)¹	Description	Input /outp ut Volta ge	Part number²	Base Runtim e	Dimension s (HxWxD in)	Weigh t (lb.)³
10/9	2-high w/32 battery	208/2 08	KA10111000 00010	8	32.2x12.0x 33.5	373.0
10/9	3-high w/64 battery	208/2 08	KA10121000 00010	22	47.8x12.0x 33.5	609.0
10/9	2-high w/32 battery	220/2 20 ⁴	KA10112000 00010	8	32.2x12.0x 33.5	373.0
10/9	3-high w/64 battery	220/2 20 ⁴	KA10122000 00010	22	47.8x12.0x 33.5	609.0
10/9	3-high w/32 battery and input isolation transformer	480/2 08	KA10134000 00010	8	47.8x12.0x 33.5	577.0
10/9	3-high w/32 battery	600/2 08	KA10136000 00010	8	47.8x12.0x 33.5	577.0
15/13.5	2-high w/32 battery	208/ 208	KA1511100 000010	4	32.2x12.0 x33.5	373.0
15/13.5	3-high w/64 battery	208/ 208	KA1512100 000010	13	47.8x12.0 x33.5	609.0
15/13.5	2-high w/32 battery	220/ 220 ⁴	KA1511200 000010	4	32.2x12.0 x33.5	373.0
15/13.5	3-high w/64 battery	220/ 220 ⁴	KA1512200 000010	13	47.8x12.0 x33.5	609.0
15/13.5	3-high w/32 battery and input isolation transformer	480/ 208	KA1513400 000010	4	47.8x12.0 x33.5	577.0
15/13.5	3-high w/32 battery and input	600/ 208	KA1513600 000010	4	47.8x12.0 x33.5	577.0

²³ EATON; Eaton 9355 (10/15KVA) UPS.Raleigh,NC,USA.2016.164201628.Rev

Power rating (kVA/kW) ¹	Description	Input /output Voltage	Part number ²	Base Runtime	Dimensions (HxWxD in)	Weight (lb.) ³
	isolation transformer					
1. 50/60 Hz autosensado 2. Requerida entrada neutral para todas las configuraciones a menos que el transformador aislado este en uso. Para los sistemas paralelos, cambie el quinto dígito a configurarse a un 2 e incluya el gabinete del lazo paralelo. 3. Agregue 47 libras para configuraciones de dos alturas o 50 libras para configuraciones de tres alturas para determinar el peso de envío. 4. Las unidades de 220 V están conectadas en estrella 220/127 V de salida, trifásica, de cuatro hilos más tierra						

Fuente: Fuente: Eaton 9355 UPS scalable. Compact. Flexible. Product Brochure. P11.

5.3.1 Cálculo del derrateo por altura

Todo sistema de aislación eléctrica sufre una “degradación” (Derrateo o Derrating) cuando permanece sobre una cierta elevación o altitud geográfica por encima de un límite dado (>1.000 m.s.n.m.). En la medida que nos alejamos del nivel del mar, se va produciendo una disminución de la presión atmosférica, dado el menor peso de la columna de aire, y con ello una disminución de la rigidez dieléctrica. La forma en que se produce la disminución de la presión atmosférica en función de la altitud es aproximadamente exponencial, según la expresión [1]:

$$p = p_o \times e^{\left(\frac{-z}{a}\right)} \quad [1]$$

Donde: $p_o = 760 \text{ mmHg}$

$z = \text{Altitud en metros}$

$a = \text{Constante}$

La Rigidez Dieléctrica del aire (en condiciones normales de presión y temperatura) a nivel del mar es igual a 3 kV/mm. Cuando el sitio de instalación es en altura (> 1.000 m.s.n.m.), la disminución de rigidez, puede hacer que la aislación no soporte el nivel de voltaje que estaba especificado al nivel del mar y se produzca un arco eléctrico. La clase de aislación del elemento se ve influenciada por el aire a su alrededor. Según la Ley de Pachen, la Rigidez dieléctrica del aire es función de la presión y la distancia entre los electrodos. Como consecuencia de la disminución de Rigidez del Aire, las distancias de aislación (distancias de fuga) se aumentan 1,25 % por cada 100 m de aumento en la altura a partir de los 1.000 m.s.n.m. La

siguiente relación [2], se aplica para determinar la distancia entre los electrodos (o entre la parte energizada y la tierra) en condiciones de altura geográfica:

$$Dh = Do \times (1 + 0,000125x (h - 1.000)) \quad [2]$$

Donde:

Dh = distancia en la altitud geográfica

Do = distancia a nivel del mar

h = altura geográfica

Los fabricantes de equipos eléctricos, especifican la clase de aislación de acuerdo al voltaje de operación en lugares donde la altura no supera los 1.000 m.s.n.m. A mayores altitudes, la clase de aislación sufre una degradación (derrateo o derrating)²⁴ según la tabla N° 31 siguiente:

Tabla 31 Factor de derrateo

Altura en metros	Factor de Derrateo
1.00	1,00
1.220	0,98
1.524	0,95
3.048	0,80

Fuente: Schneider electric derrating factor for UPS systems

El hospital Emory se encuentra a nivel de mar, por tanto el factor de derrateo por altura es 1.

5.3.2 Protección contra sobretensiones (TBS)

Casi un millón de descargas atmosféricas ocurren cada año dentro de los Estados Unidos cifra que se cataloga como riesgo pero que gracias a dispositivos electrónicos se puede mitigar. Los pararrayos ofrecen protección contra la sobretensión desde la entrada al enchufe. Como resultado, los sistemas y las plantas, así como los dispositivos costosos, están protegidos y se evitan los daños económicos consecuenciales que se producen por fallos en el sistema, la planta y/ o los dispositivos mismos.

5.3.2.1 Protección de sistemas de medición, control y regulación (MCR)

El sistema de medición, control y regulación (MCR) está presente en todas las aplicaciones, los paneles de control, en el sistema de calefacción, en las instalaciones de alarma y demás accesorios con los que cuenta la instalación. Los

²⁴ APC BY SCHNEIDER ELECTRIC. 2016. Derrateo por altura para instalación de sistemas ups.

acoplamiento por descargas atmosféricas y sobretensiones no sólo llegan a perjudicar a los equipos de control y regulación, sino también a valiosos sensores y transformadores de medición. Los defectos en los sistemas de regulación suelen ocasionar desajustes en la línea de producción que fuerzan a la adopción de costosas medidas de reparación.

Por norma general de instalaciones eléctricas, los sistemas de MCR se muestran más sensibles a las sobretensiones que las redes de suministro eléctrico, por eso para la selección de descargadores de sobretensiones se tiene en cuenta los siguientes factores:

- Tensión máxima del sistema
La tensión nominal y el tipo de tensión (AC/DC) del dispositivo de protección deberán coincidir con las especificaciones del sistema.
- Corriente máxima
Los dispositivos descargadores de sobre corriente admiten una corriente nominal máxima de 0,2 - 1 A.
- Velocidad de transmisión máxima
El ancho de banda máximo está entre 10 - 20 kHz.
- Incrementos de resistencia

Se tiene en cuenta que los descargadores cuentan con una resistencia en serie interna de 15 ohmios por circuito que se encuentra conmutado para ejercer desacoplamiento. El hospital cuenta con instalación de protección externa contra descargas atmosféricas, dado este caso se instala dispositivo de protección básica en la zona de acometida.

5.3.2.2 Protección del campo y centro de control

En la mayoría de los casos, las sobretensiones transitorias surgen en las líneas de señal debido a acoplamiento. Los sistemas que están particularmente en riesgo son aquellos que son muy extensos y aquellos que tienen un alto número de líneas extendidas a través del área libre (LPZ 0) (malla fuerte) (Fig 1).

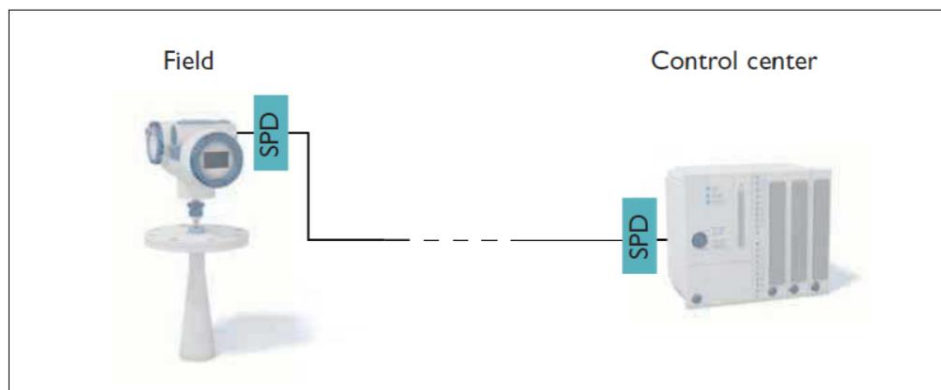
FIGURA 3. Coupled surge voltages on signal lines in a sewage works



Fuente: Phoenix contact. TT Basics 5131327.pdf. p 49.

Se tiene en cuenta que los peligros deben ser en los dos puntos finales de las líneas. Por lo tanto, se recomienda que la protección contra sobretensiones se cuenta tanto en el campo común y el centro de control figura N° 3.

FIGURA 4. Surge protection in the field and the control center



Fuente: Phoenix contact. TT Basics 5131327.pdf. p 49.

Se utilizan dispositivos de protección contra sobre tensiones de entrada y salida así:

- Línea de cable RJ45 con transmisión de potencia POE el dispositivo de schneider electric® respaldado por APC® P232R Módulo de protección contra sobretensiones de APC para RS232.

- Entrada de energía a UPS, el dispositivo Phoenix “Contact Type 2 surge protection plug” - VAL-SEC-T2-350-P – 2905346”

5.3.3 Conmutador de transferencia automática (ATS)

Un (ATS) Automatic Transfer Switch es un dispositivo diseñado para transferir potencia entre fuentes de energía aportando así el requerimiento de energía sin cortes a la carga conectada.

Adicional el sistema inteligente programado de un ATS está diseñado para ejercer traslape automático entre fuentes cuando el sistema eléctrico irrumpe en una falla de tipo eléctrico gracias a su sistema sensorial de monitoreo constante de fluido de potencia.

La selección del dispositivo de transferencia se hace según características de tensión y corriente incorporadas al circuito y otorgadas por la capacidad del sistema UPS. Normalmente, el ATS se conecta en interiores a un equipo eléctrico dentro de una habitación. En el recinto adecuado, puede utilizarse para aplicaciones donde el equipo no esté sujeto a la lluvia, la congelación y temperaturas extremas y no más del 90% de humedad (sin condensación). El rango de temperatura ambiente para el funcionamiento es entre -20 Y 70 ° C (-4 a 158 ° F)²⁵.

Para efectuar la transferencia automática se plantea el uso del switch (ATS) EATON® ATC – 300 (Breaker Based Transfer Switch), por compatibilidad con la UPS y características de trabajo de: 240 V, 225 A, 60 Hz, dos polos, una fase, tres cables. Las características específicas, configuración y modo de conexión del interruptor se muestran en el anexo [E1].

5.3.4 Bloque de terminales

Después de obtener magnitudes de voltaje y corriente contantes y limpios, se procede al manejo de potencial para su respectivo uso dentro de la instalación, por consiguiente se hacen necesarios bloques de conexión.

Los tableros de terminales seccionales montados son ideales para uso correcto de los niveles de tensión general, incluyendo paneles, cuadros de distribución y cuando se desea agrupar las conexiones de cableado.

5.4 DISEÑO ELECTRICO

²⁵ EATON; ATC-300 Breaker Transfer Switch Eaton Corporation Electrical Group. 1000 Cherrington Parkway moon. Township, PA 15108, USA. July 2010, IB01602008E/TB600222. Product manual.

El diseño eléctrico determina y muestra las magnitudes eléctricas a tener en cuenta para el uso dispositivos y conductores presentes en la instalación, se advierte que las marcas y fabricantes de cada uno de los dispositivos están sujetas a cambios con aviso y responsabilidad de T.I.C.S.

5.4.1 Potencia total

Al determinar la potencia requerida por los cuatro sistemas de comunicación y control para la edificación se brinda a continuación la información contenida en la tabla (32) acerca de la potencia consumida por grupos de dispositivos de dedicados, como el total de la potencia de suministro para un sistema completo.

Tabla 32 Total power consumption

CAMERAS SYSTEM		
NVR device	250 W	1
Bullet cameras	132 W	11
External camera	304 W	8
Dome camera	232.5 W	25
Dome camera 360	399 W	19
Switch POE	1480 W	2
	2797.5 W	63
ACCES CONTROL SYSTEM		
<i>Access control system</i>		
Card Access reader	44 W	11
Push bottom access	78 W	13
Finger print Access reader	30.6 W	17
Control panel	770 W	1
Camera card device	60 W	20
Parking barrier sensor	3 W	1
Revolving door	250 W	1
Open/close Actuators	75 W	100
Nurse cord	180 W	15
Nurse annunce lamp	30 W	6
Nurse control panel	120 W	1
	1640 W	
ELCTROMECHANICAL AND FUNCIONAL SYSTEM		
<i>Fire alarm & control system</i>		
Smoke & heat detector	5.4 W	27
Smoke detectors	195 W	65
Gas detectors	52 W	26
Humidity detector	48 W	32
Oxygen sensor	5 W	15
Oxygen relay	200 W	15

Thermoluminic sensor	22.5 W	15
Vaccum sensor	4.5 W	15
Vaccum relay	200 W	15
Temperature detector motor	28 W	14
	760.4 W	
COMPUTERS AND PHONES		
<i>Communication system</i>		
Computers	5.8 kW	36
Computer monitors screen	838.8 W	36
Phones	144 W	36
	988.6 W	
TOTAL	6186.5 W	

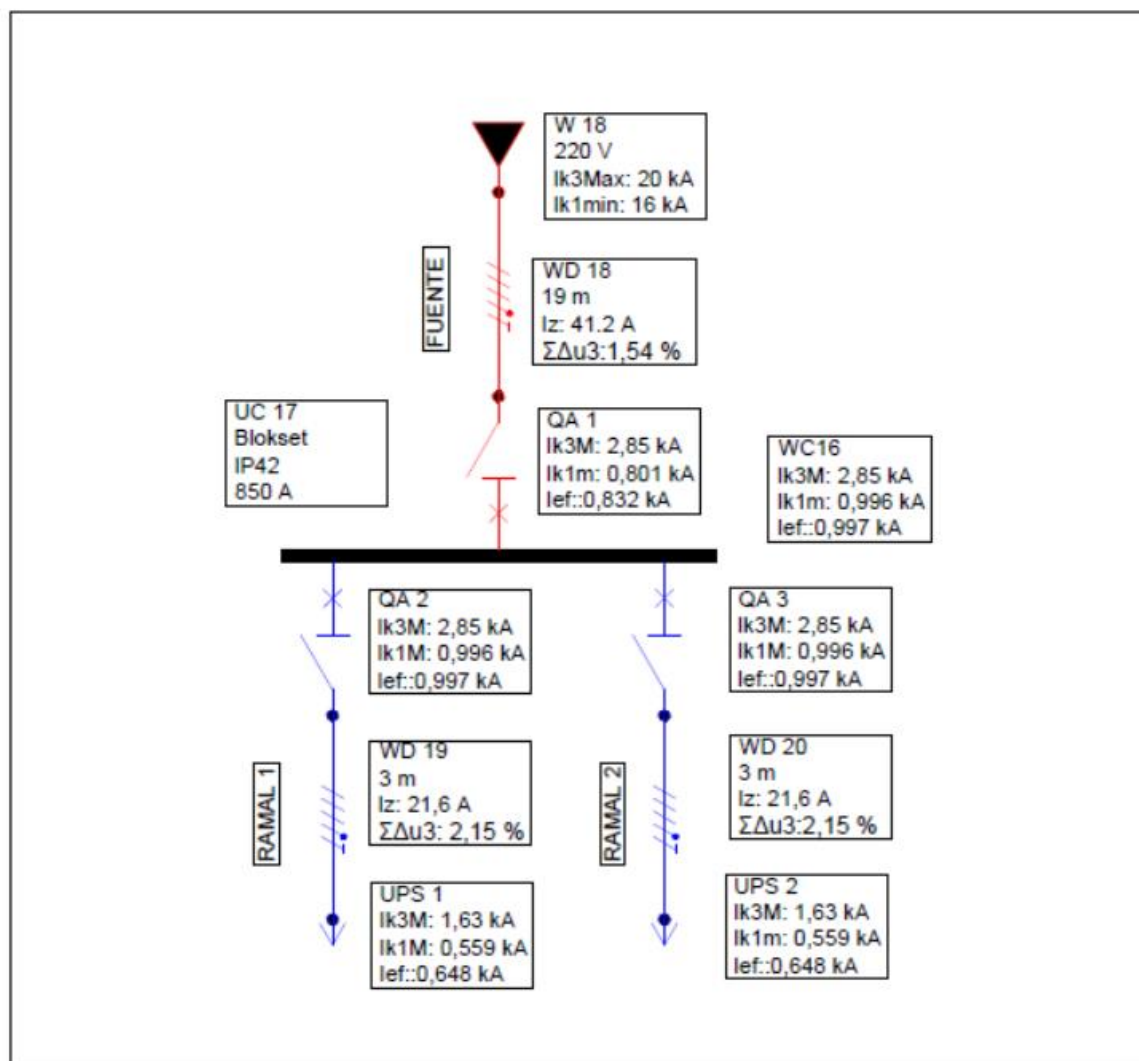
Fuente: Autor

5.4.2 Diagrama unifilar

El diagrama unifilar fuente-carga que alimentará el sistema UPS principal y de respaldo que están conectados todo el tiempo debido a la configuración de conexión y modo de trabajo “línea interactiva” junto con sus protecciones y transferencia automática.

La configuración, cálculo y resultados se realizan y son generados por el software de uso libre Ecodial Advanced Calculation 4.8 INT, se muestran en el diagrama los datos principales que contiene el circuito, los datos puntuales e informe completo se complementan en el anexo [E9] que describe eléctricamente la instalación, muestra los parámetros de cálculo de cableado y notas.

FIGURA 5. Diagrama unifilar



Fuente: Autor

5.4.3 Selección de interruptores

Es usado el interruptor de tipo disyuntor de corriente residual de corriente alterna de la serie PC con protección contra sobre corriente (RCBO), combina la protección de falla a tierra de un GFCI adicionando las características de disparo de sobre corriente conocidas de un interruptor de circuito normal. El dispositivo detectara fallas a tierra de nivel más bajo que no disparan interruptores de circuito ordinarios pero podrían dar lugar a peligros de choque e incendios.

Las características del interruptor incluyen indicadores LED de estado que distinguen si un interruptor está cerrado con tensión de línea presente, o se ha

abierto debido a una corriente de fuga, o se ha abierto debido a una sobre corriente, o está cerrado con/sin voltaje de línea presente. También ofrece una detección y protección de sobre corrientes y tensiones intrusas de reversión por tierra y Neutro²⁶.

Los niveles de tensión y protección, la magnitud de la corriente nominal y corriente de falla de los dispositivos de protección son otorgadas por el diseño en la selección del sistema UPS gracias a que estos sistemas brindan protección propia en algunos de sus parámetros de sus dispositivos dados por los diferentes fabricantes según la tecnología usada.

Las características físicas, eléctricas, aplicaciones típicas, indicaciones mecánicas, esquemas de posición dentro del sistema y diagramas de conexión del interruptor se encuentran en el anexo [E2]

5.4.4 Coordinación de protecciones

Otro requisito de código que añade una complejidad significativa al diseño de instalaciones hospitalarias es el de sobre corriente y coordinación de la emergencia del sistema. Este requisito se encuentra en el NEC artículo 700, que se aplica a todos los tipos de edificios. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el sistema de emergencia para la mayoría de los edificios está relacionado principalmente con cargas pequeñas, tales como iluminación, alarma contra incendios y otras cargas similares. En un hospital, la cantidad de energía de emergencia y el tamaño del equipo de distribución necesarios están en cuestión, ya que cerca de la mitad (o más) de los paneles e interruptores (Breakers) en un hospital pueden estar conectados a la seguridad de la vida y el poder de ramificación crítico.

La necesidad de coordinación de sobre corriente requiere de mucha más atención al diseño para asegurar que los interruptores aguas abajo se abran a los disyuntors de aguas arriba más grandes para que cualquier interrupción de la energía de emergencia se minimice.

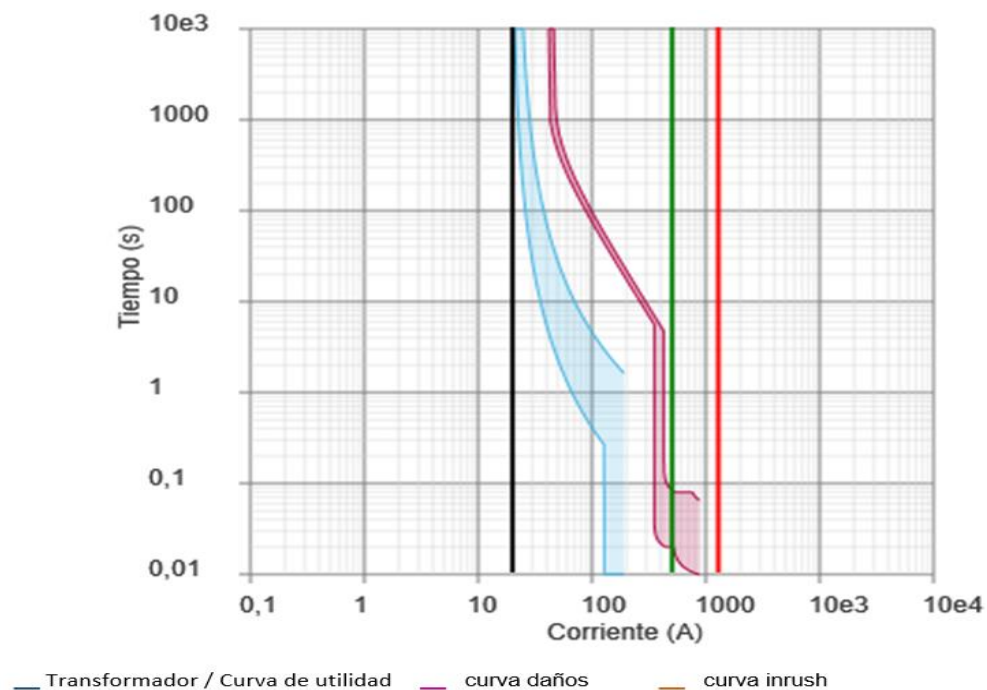
Aunque esto puede parecer bastante simple, las tolerancias de los interruptores es tal que a menudo mayor equipo de distribución eléctrica es necesario para coordinar que se pueda requerir sobre la base de las cargas en servicio. Esto aumenta aún más el costo del sistema eléctrico y también afectan al tamaño físico del equipo.

²⁶ CARLING TECHNOLOGIES; GFCI Panel.4 Airport Business Park, Exeter Airport Clyst Honiton, Exeter, Devon, Ex52UI, UK. 05/2016. Product specs.

La coordinación de las protecciones se diseña y genera en el software de uso libre Ecodial Advanced Calculation 4.8 INT, los datos específicos de la protección se encuentra en el informe de cálculo de protecciones en el anexo [E9] sección 3.1 (tabla) “protecciones”. Mostramos en esta parte la ilustración 4 (corriente –tiempo) de la coordinación entre las protecciones a manera de notar la selectividad entre los interruptores automáticos QA1 (circuito fuente) y las protecciones de los circuitos ramales 1 y 2 QA2 Y QA3 respectivamente.

Se usan interruptores automáticos comerciales de 100 A ajustados a 40 A para el circuito fuente y 20 amperes para los circuitos de carga ramal 1 y 2 del fabricante Schneider Electric de la gama Acti9iC60 y designación iC60N, para los cuales se brindan características específicas dentro del informe generado por el software contenidas en el anexo [E9] secciones 3.1 y 3. 2. La figura N° 6 muestra el diagrama de selectividad para QA 3 y QA 1 en modo normal de explotación.

FIGURA 6. Selectividad entre protecciones



Fuente: Autor

Tabla 33 Corrientes de diseño

I_b	I_k 3 Máx	I_K 1 mín	I_{ef}
19A	1.23kA	0.45 kA	0.48 kA

Fuente: Autor

5.4.5 Cálculo de canalizaciones y conductores

Las canalizaciones para conductores se usan en la situación de conductos a una temperatura ambiente de referencia de 62°F- 30°C según sistema de instalación escalas de bandejas de cables curvas dispuestas en bandejas horizontales perforadas para cable mono conductor aislado PR con una sección de $1 \times 1.5 \text{ mm}^2$ y longitud de 3m dispuesto según ilustración 5 y terminales de conexión según catalogo UPS 9355 Eaton®.

El Código Nacional de Electricidad (NEC) La Tabla 310.104 (C) se titula "Aplicación de conductores y aislamiento nominal de 2.001V o superior". Para cables dieléctricos sólidos MV, existen dos tipos básicos de aislamiento: termoplástico y termo endurecible. El termoplástico es un compuesto plástico resistente al calor fabricado a partir de cloruro de polivinilo (PVC). El termo endurecimiento se refiere al aislamiento de polietileno reticulado (XLPE). Los tipos de aislamiento termoplásticos y termo endurecibles tienen excelentes propiedades aislantes y rangos de temperatura de funcionamiento. Sin embargo, el termo endurecible tiene un margen de seguridad más alto en ambos extremos de su rango de temperatura de funcionamiento. En otras palabras, puede soportar duraciones cortas fuera de su temperatura de funcionamiento nominal mejor que la de termoplástico.

Los niveles de categoría de aislamiento sólo se aplican a los cables blindados. Si el tiempo de borrado de fallos es inferior a 1 minuto, se puede utilizar un cable de nivel de aislamiento al 100%. Para un tiempo de borrado de fallos de un minuto a una hora, se debe utilizar un nivel de aislamiento del 133%. Y donde el tiempo de compensación de fallas es indefinido, debe usarse un nivel de aislamiento del 173% [Ver NEC notas a la Tabla 310.104 (E)]. Es importante tener en cuenta, especialmente cuando se utilizan sistemas de puesta a tierra de alta impedancia.

Las corrientes de falla deben ser consideradas, junto con la ampacidad y la caída de voltaje, al elegir un cable de MT. NEC Art. 110.10 requiere que todos los componentes del circuito sean elegidos de manera que no se dañen extensamente en condiciones de falla antes de que se borre el fallo, lo que significa que el cable debe ser adecuado para soportar cualquier corriente de fallo a la que esté expuesto. Debido a que las fallas pueden inducir altas temperaturas de los conductores (con

el potencial de dañar el aislamiento del conductor) y el dimensionamiento de un conductor sólo para ampacidad continua no lo considera.

Se deben realizar cálculos separados cuando pueden existir corrientes de falla altas. La Asociación de Ingenieros de Cable Aislado (ICEA) ha publicado estándares que proporcionan fórmulas y gráficos para asegurar que los cables tienen el tamaño adecuado para protección contra cortocircuitos. ICEA P-32-382, "Características de cortocircuito del cable aislado", proporciona la base para entender los cálculos para la protección de cortocircuitos de los cables e incluye fórmulas y gráficos fáciles de usar.

Después de elegir la fórmula correcta [3] y [4], para conductores de cobre o de aluminio, el tipo de aislamiento debe ser considerado para determinar su temperatura máxima de funcionamiento y máxima temperatura de cortocircuito. Por ejemplo, el aislamiento termoplástico con una temperatura máxima de funcionamiento nominal de 75 ° C dañará a 250 ° C en condiciones de cortocircuito. De forma similar, el aislamiento termoendurecible clasificado para 90 ° C tendrá una temperatura máxima de cortocircuito de 250 ° C.

Corrientes de cortocircuito permitidas para conductores aislados:

Conductores de cobre:

$$\left[\frac{I}{A}\right]^2 t = 0.0297 \log \left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right] \quad [3]$$

Conductores de aluminio:

$$\left[\frac{I}{A}\right]^2 t = 0.0125 \log \left[\frac{T_2 + 228}{T_1 + 228} \right] \quad [4]$$

Dónde:

I = Corriente de cortocircuito (amperios)

A = Área del conductor (Kmils circulares)

t = Duración del cortocircuito (segundos)

T1 = Temperatura máxima de funcionamiento (° C)

T2 = Temperatura máxima de cortocircuito (° C)

La corriente de cortocircuito permisible (o disponible), tamaño del conductor, duración del cortocircuito y T1 y T2 son características del aislamiento forman parte de las especificaciones del proyecto. Por lo tanto, sólo dos de los tres elementos siguientes son necesarios para resolver determinando así:

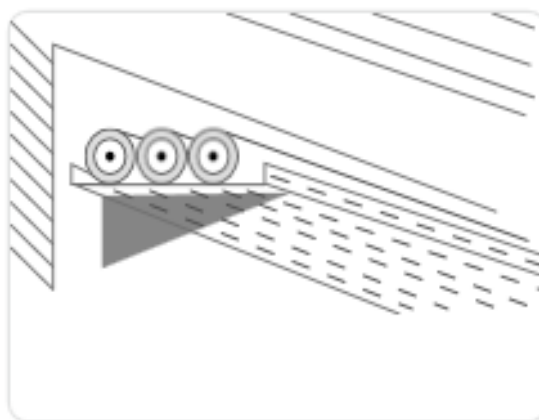
- Tamaño del conductor específico
- Corriente de cortocircuito específica
- Duración de cortocircuito específico.

Al resolver el área del conductor requerida para soportar la corriente de cortocircuito de interrupción simétrica disponible y el tiempo de compensación del disyuntor aguas arriba, se tiene en cuenta tanto el tiempo de captación del relé como el tiempo de funcionamiento del disyuntor (ambos disponibles de los respectivos fabricantes). Después de resolver el área de conductor mínima requerida, comparando este valor con el tamaño del cable elegido basado en ampacidad, y confirme que el conductor es lo suficientemente grande para ambos.

Los cálculos son utilizados para todas la aplicaciones de potencia donde sea requerida el área para conductores de energía.

Para la conexión entre el barraje y el sistema de ups se utiliza cable mono conductor aislado PR, metal conductor cobre de sección 1 X 1.5 mm² y longitud de 10 m, dispuesto horizontalmente sobre canaleta (31/F).

FIGURA 7. Tipo de canaletas y disposición de conductores



Fuente: Schneider Electric, Ecodial Advanced Calculation 4.8 INT.galeria de imágenes, catalo

6 CONCLUSIONES

- La normatividad contemplada, investigada y adscrita en este proyecto cubre cada aspecto determinante del diseño cumpliendo con el objetivo de conocer la normatividad y hacer según lo vigente y usado en los Estados Unidos de Norte América, basados también en las normas concernientes al estado de Georgia.
- Se determinó la red eléctrica que alimentará el sistema a partir del barraje de 220V, esta red protegerá a través de interruptores automáticos según el diagrama unifilar y desarrollo matemático realizado en software, cumpliendo así el objetivo de diseñar la red eléctrica.
- Los diagramas de conexión y ubicación de cada uno de los sistemas y subsistemas como sus controladores actuadores y sensores cubren las necesidades requeridas encuentran especificados en los planos.
- El sistema de comunicación se encuentra respaldado por una UPS en línea interactiva además del circuito esencial con esto aseguramos 6 niveles de fiabilidad.
- El Sistema de comunicación, registro y control será alimentado a partir de la UPS de 10-15 kVA y respaldada por otra de igual tamaño.
- Con el desarrollo de este diseño se amplía la aplicación del campo de acción de la ingeniería electromecánica con el conocimiento en redes de comunicación como también se pone en práctica los conocimientos en electricidad y electrónica y se complementa el área mecánica al hacer adecuada la canalización y ruteo ductos que son condiciones particulares a medida dentro del diseño.

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] AIR CHECK; O2 oxygen deficiency monitor, 557 Capital Drive lake Zurich, IL 60047 USA. 2015. Product specifications.
- [2] APC BY SCHNEIDER ELECTRIC. 2016. Derrateo por altura para instalación de sistemas ups- UPS systems catalogue.
- [3] BOOM EDARM INC; TL180+90-PDS-BEI, 402 Mc kinney parkway, Lillington nc 27546 USA. product data.
- [4] BOSH; Security Systems, Inc.130 Perryton Parkway Fairport, New York, 14450.USA.May 2015. Data Product.
- [5] CARLING TECHNOLOGIES; GFCI Panel.4 Airport Business Park,Exeter Airport Clyst Honiton, Exeter, Devon, Ex52UI,UK. 05/2016.Product specs.
- [6] CISCO; Unified IP phone 79756. Cisco Systems In, San Jose, CA.USA. 02/11. C78-418624-04 Data sheet.
- [7] Department of Health Care Services. 2016. Laws and Regulations. Recuperado de:http://www.dhcs.ca.gov/formsandpubs/laws/Pages/LawsandRegulations.aspx?utm_source=Resources&utm_medium=SideBar&utm_campaign=Laws.
- [8] DETCON IR-543 Smart Gas Detection Sensor, Houston, Tx, USA. 2013 device specifications.
- [9] DETCON IR642 Carbon Dioxide Sensor, Houston, Tx, USA. 2014 data sheet.
- [10] EATON; ATC-300 Breaker Transfer Switch Eaton Corporation Electrical Group. 1000 Cherrington Parkway moon. Township,PA 15108,USA.July2010,IB01602008E/TB600222.Product manual.
- [11] EATON; Eaton 9355 (10/15KVA) UPS.Raleigh,NC,USA.2016.164201628.Rev.
- [12] Health Insurance Portability and Accountability. 2016. About HIPAA.com. Recuperado de: <https://www.hipaa.com/about/>
- [12] HONEYWELL; Fixed Dome Camera, 2700 Blankenbaker, parkway, 150 Louisville, Ky 40299: Feb 2015. Data sheet.
- [13] HP Company; Hp 22er 21.5-inch.display. Americas Headquarters.February,2016,4AA6-4201ENW.Data sheet.

- [14] IEEE 446 – Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems.
- [15] KACO; Module Temperature Sensor, New Energy.USA06/28/11.Product information.
- [16] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Standard for the Installation, Maintenance, and Use of Emergency Services Communications Systems. NFPA 1221.EEUU. 2016.
- [17] NEMA ICS 10 – AC Transfer Switch Equipment.
- [18] NFPA (National Fire Protection association) NFPA 1: Fire Code. 2015 edition. USA. NFPA organization 2015. 10p.
- [19] NFPA (National Fire Protection association) NFPA 110: Emergency and Standby Power Systems. 2015 edition. USA. NFPA organization 2016. 25 -68p.
- [20] NFPA (National Fire Protection association) NFPA 70 National Electrical code. 2008 edition. USA. NFPA organization. 2008. article 710.
- [21] NFPA (National Fire Protection association) NFPA 99: Essential Electrical Systems of Health Care Facilities. 2015 edition. USA. NFPA organization 2015. 25 - 68p.
- [22] NFPA (National Fire Protection association) Standard for Electrical Safety in the Workplace. 2017 edition. USA. NFPA organization 2017. 5p.
- [23] NORTECH; Control Systems Ltd,D50602, Nortehc house, William Brown Close, Llantarnam Park, Wm bran,NP44 3AB,UK.
- [24] PAPOUCH Th2e Intelligent Ethernet sensor for temperature, strasnicka 316-410200 Prague 10 Czech Republic, Jan/2016 complete manual.
- [25] SETRA; Model 730 Vacuum Capacitance Manometer Sensor, Setra Systems, 159 Swanson Road, Boxborought. MA 01719.USA.10/2016. Ssp 730Rev.D.
- [26] SYSTEM SENSOR Advanced Multi-criteria fire/co detector 3825 Ohio avenue street, st. Charles, IL 60174 USA, data sheet.
- [27]TECTONE LL380 Corridor Dome Light, 324 industrial parkroad, franklin NC 28734, USA data product.

[28] The Joint Commission. 2016. about Our Standards. Recuperado de: https://www.jointcommission.org/standards_information/standards.aspx.

[29] UL 991 - Tests for Safety-Related Controls Employing Solid-State Devices

[30] UL. 2016 1008 – Transfer Switches

[31] UL. 2016. About UL, our mission. Recuperated of: <http://www.ul.com/>.

[32] VISHAY, VEML-6070 UVA Light Sensor with I^2C interface, malven Pennsylvania USA, 08/Feb/2016, document number 84277.

[33] APC Schneider Electric, Ecodial Advanced Calculation 4.8 INT.galeria de imágenes, catalogo de diseño.